



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

지리학석사학위논문

해빈의 단면 변화에 관한 연구:
백사장 해수욕장을 사례로

2012년 6월

서울대학교 대학원

지 리 학 과

김 찬 응

해빈의 단면 변화에 관한 연구:
백사장 해수욕장을 사례로

지도교수 유 근 배

이 논문을 지리학석사 학위논문으로 제출함
2012년 4월

서울대학교 대학원
지 리 학 과
김 찬 응

김찬응의 지리학석사 학위논문을 인준함
2012년 6월

위 원 장 _____ (인)

부 위 원 장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

| 국 문 초 록 |

주요어: 해빈, 단면 변화, 측량

학번: 2010-22992

최근 전구적인 기후변화에 따른 해수면 상승으로 해안 지형에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 해빈은 유입되는 에너지의 규모와 퇴적물 수지에 따라 역동적으로 변화하는 해안 지형이다. 하지만 여러 해빈들 중 기울기가 급한 전빈과 저조간석지로 이루어진 서해안 해빈은 지금까지의 연구들에서 상대적으로 주요하게 다루어지지 않았다.

이 연구의 목적은 기울기가 급한 전빈과 저조간석지로 이루어진 해빈 단면의 시·공간적 변화를 관찰하고 특성을 밝혀, 단면 변화에 영향을 미친 요인을 파악하는 것이다. 이를 위해 다음의 2가지 세부목적을 설정하였다. 첫째, 계절에 따른 해빈 단면 변화를 확인하고, 영향을 미친 요인들을 파악한다. 둘째, 경사와 고도가 단면 변화에 미치는 영향을 확인한다. 이를 위해서 충청남도 태안군 안면읍 창기리 백사장 해수욕장의 해빈을 대상으로 현장 연구를 진행하였다. 해빈 단면 변화의 관찰에는 Total Station 측량을 활용하였으며, 10개월간의 연구기간동안 18회 측량 자료를 확보하였다.

연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 계절에 따라 백사장 해빈의 단면이 변화하였다. 여름은 퇴적국면에 속하였으며, 겨울은 침식국면에 속하였다. 상대적으로 겨울철 침식량이 많지 않은 이유는 백사장 해빈의 북서방향에 내륙이 존재하여, 파랑과 바람의 영향이 적은 위치에 입지하기

때문이다. 또한 총 변화량이 높은 시기들이 8월과 12월에 집중되어, 여름철과 겨울철이 해빈 단면 변화에 중요한 시기임을 확인하였다.

둘째, 백사장 해빈의 단면 변화에 가장 강한 영향을 미치는 것이 조류임을 파악하였다. 2번 측선과 3번 측선에서 관찰되는 릿지(ridge)와 런넬(runnel)의 계절적 변화는, 백사장 해빈이 조차가 파고에 비해 큰 해빈임을 의미한다.

셋째, 열대저기압이 백사장 해빈 단면에 큰 영향을 주었다. 파랑이 약한 여름철임에도 불구하고 침식량이 가장 큰 일시는 2011년 8월 16일로 관찰되었다. 이는 열대저기압의 영향으로 인해 바람과 파랑이 강해진 것으로 판단된다.

넷째, 경사의 차이가 해빈 단면 변화에 큰 영향을 주었다. 경사 급변점을 기준으로 단면 변화 경향이 차이가 나거나, 경사 급변점에 단면 변화가 급격하게 나타나는 등 경사가 해빈의 단면 변화에 중요한 역할을 수행하였다. 또한 경사의 차이는 해빈의 물리적 특성에도 큰 영향을 미쳤다.

마지막으로, 해빈의 고도에 따른 침수시간과 침수방향이 중요한 해빈 단면 변화 요인임을 확인하였다. 3번 측선과 4번 측선은 T자형 돌망태 돌제로 인해 유사한 단면 변화 경향을 보였다. T자형 돌망태 돌제의 북쪽이 상대적으로 고도가 낮아 밀물(썰물)시 유입구(배수구)의 역할을 수행하기 때문이다.

| 목차 |

1. 서론	1
1.1. 연구 배경	1
1.2. 연구 목적 및 흐름도	5
2. 연구지역과 연구방법	6
2.1. 연구지역 개관	6
2.2. 연구방법	11
2.2.1. 해빈 단면 측량	11
2.2.2. 측량 결과 해석	13
2.2.3. 표층퇴적물 입도분석	14
3. 백사장 해빈의 계절별 단면 변화	16
3.1. 단면 변화 기술	16
3.2. 백사장 해빈의 계절별 고도	19
3.2.1. 2-5번 측선	20
3.2.2. 1번 측선	23
3.3. 제어 요인	24
3.3.1. 파랑과 바람	24
3.3.2. 조류	25
3.3.3. 열대저기압	30
4. 해빈 단면 변화에 영향을 주는 지형 요인	32
4.1. 경사에 따른 해빈 단면 변화	32

4.1.1. 해빈 단면 변화	32
4.1.2. 제어 요인	32
4.1.3. 입도 분포	39
4.2. 고도에 따른 해빈 단면 변화	40
4.2.1. 해빈 단면 변화 경향	40
4.2.2. 제어 요인	41
5. 결론 및 요약	44
참고문헌	46
부록	50

| 표 차례 |

표 2-1. 측선별 기준점 현황	12
표 2-2. 측량 일시 및 특이사항	13
표 3-1. 각 항목의 정의와 의미	16
표 3-2. 고도의 합(절대 수치, 전체 측선의 합)	18
표 3-3. 고도 평균(절대 수치, 각 측선별), 단위(cm)	19
표 3-4. 계절별 고도 합의 평균(상대수치)	20
표 3-5. 전체 측선 고도의 합(상대 수치)과 변화량	21
표 4-1. 절대 변화량이 높은 시기	32
표 4-2. 1~3번 측선의 경사 급변점의 위치와 경사 각도	36
표 4-3. 경사 각도와 입도 분석 결과	39
표 4-4. 측선간 단면 변화 경향 일치 횟수	41

| 그림 차례 |

그림 1-1. 연구흐름도	5
그림 2-1. 백사장 해수욕장 항공사진	6
그림 2-2. 백사장 해변 인근의 지형	7
그림 2-3. 월별 기온과 강수량	8
그림 2-4. 월별 평균 풍속	9
그림 2-5. 월별 유의 파고와 파주기	10
그림 2-6. 각 측선 위치	12
그림 3-1. 전체 측선 단면도	18
그림 3-2. 일자별 총 변화량	22
그림 3-3. 1번 측선 고도 평균	22
그림 3-4. 측선별 2011년 8월 30일과 2012년 2월 23일의 고도 차이	26
그림 3-5. 2번 측선 단면도	27
그림 3-6. 3번 측선 단면도	27
그림 3-7. 백사장 해변 인근의 수치 조류도	29
그림 3-8. 일자별 전 측선 고도 합(절대 수치)	31
그림 4-1. 5번 측선의 2011년 9월 16일과 2011년 9월 30일의 고도 차이	33
그림 4-2. 5번 측선(11/09/30)	34
그림 4-3. 바람의 흔적(11/09/30)	34
그림 4-4. 1-3번 측선의 2012년 3월 24일과 4월 6일의 고도 차이	35
그림 4-5. 1번 측선	36
그림 4-6. 2번 측선	36
그림 4-7. 해변 단면의 주요 형상	38

그림 4-8. 3번, 4번 측선의 일자별 변화량(상대 수치)	41
그림 4-9. T자형 돌망태 돌제 남측(11/11/25)	42
그림 4-10. T자형 돌망태 돌제(11/11/25)	42

| 식 차례 |

식 2-1.	14
식 2-2.	14
식 2-3.	14
식 2-4.	15
식 2-5.	15
식 2-6.	15

1. 서론

1.1. 연구 배경

해안 지역은 과거로부터 토지이용이 집중되어 왔으며, 경제활동에 미치는 영향이 매우 높다. Goldberg(1994)에 의하면, 세계 인구의 50%가 해안선으로부터 1km 이내에 거주하고 있다. 따라서 해안 지역에서 발생하는 지형 변화에 대한 연구는 지형학적인 의미뿐만 아니라 사회경제적인 의미로도 매우 중요하다.

해빈(beach)은 파랑이 퇴적물들을 해안으로 밀어붙여 형성된 퇴적지형으로, 파랑의 직접적인 영향을 받는다. Davis(1985)의 정의에 따르면 해빈은 상대적으로 가파른 경사도를 갖는다. 또한 파랑이나 폭풍에 의해 퇴적이 발생하여 언덕사층리(hummocky cross-stratification)등이 나타난다. 해빈 퇴적물은 일반적으로 인접해안의 침식물질이나 하천의 퇴적물 또는 해저에서 해안으로 운반된 모래에 의하여 형성되며, 각 지역의 조건에 따라 해빈 퇴적물의 구성 비율이 다르게 나타난다(Bird, 1984).

해빈은 육지와 대기와 바다가 만나는 곳으로, 유입되는 에너지의 규모와 퇴적물수지에 따라 역동적으로 변화한다(Davison-Arnott, 2005;프렌치, 2007). 이는 유입되는 에너지를 퇴적물의 이동을 통해 소산시키는 과정이지만, 해안 지대를 활용하려는 사람들에게는 위험요소이다. 특히 현재 진행 중인 전구적인 기후변화에 따른 해수면 상승, 폭풍해일의 규모·빈도·경로 변화, 퇴적물 공급량 감소 등은 해빈의 대규모 변화를 유발하고 있다(Psuty, 2004).

우리나라의 서해안은 조차가 4-9m에 달하는 대조차 환경으로서 넓은 조간대가 발달되어 있으나 사주(bar)나 사주섬(barrier island)이 없이 직접 외해와 연결되는 독특한 특징을 지닌다(Wells

et al, 1990). 또한 서해안 해변들 중 상당수는 전체가 전빈(foreshore)으로 이루어지며 범(berm)이 존재하지 않는다.

그동안 국내에서 진행된 서해안 해변에 대한 연구는 주로 만입지형이나 하구에 발달하는 해변들을 대상으로 진행되었다(e.g. 왕경희, 1993; 오재경 등, 1994; 소광석 등, 2009). 최근 직선형 해안선을 가지는 개방형 조간대에서 몬순계절풍에 기인한 조류와 파랑의 상대적 크기의 계절변화가 퇴적물의 계절적 변화를 야기한다고 보고되었으나, 직선형 연안에 발달하는 조간대 환경에 관한 연구는 비교적 미흡한 실정이다(백영숙 등 2004; Yang 등, 2005). 또한 상대적으로 기울기가 급한 전빈(foreshore)과 저조간석지¹⁾ (low tide terrace)로 이루어진 해변에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다(이원영, 2009).

국외에서 진행된 기울기가 급한 전빈과 저조간석지에 대한 연구는 Miles & Russell(2004)의 연구가 대표적이다. Miles & Russell은 영국의 Teignmouth 해변에서 경사가 급한 상부 전빈은 권파(plunging wave)에 노출되며, 경사가 완만한 저조간석지는 붕괴파(spilling wave)에 노출됨을 관찰하였다. 권파에 노출된 상부 전빈은 부유 퇴적물 양이 많고 역류가 강하며, 붕괴파에 노출된 저조간석지는 연안류가 강하게 발생한다. 이때 저조간석지가 전빈 방향으로 접근하는 파고를 줄여 전빈의 침식을 보호한다. Austin & Masselink(2006)는 영국의 대조차 혼합해빈에서 쇄파대(surf zone)의 범위가 작아 쇄파가 해안선 가까이에서 발생하여, 스워시(swash)의 영향이 강하게 나타남을 서술하였다.

기울기가 급한 전빈과 저조간석지에서 최근에 진행된 국내의

1) 일반적인 간석지의 정의는 조류가 지배적인 환경으로서 낮은 경사도, 미미한 파랑의 영향, 잘 발달된 tidal creek이 관찰되며 머드(mud)가 존재한다 (Klein, 1985; Dalrymple, 1992). 이 연구에서는 저조 간석지를 Jennings & Shulmeister(2002)의 정의에 따라 조류가 지배적인 모래로 구성된 낮은 경사도를 지닌 해안지형의 의미로 활용하였다.

연구는 이원영(2009)의 연구가 있다. 이원영(2009)은 태안군 파도리 해빈을 대상으로 해빈 지형도를 구축하고 입도분석을 통해 퇴적물 분포 특성을 연구하였다. 연구 결과 파식대가 자갈 퇴적물의 주요 공급지로 기능하고 있으며, 전빈과 범의 퇴적물 분포가 선별운반(overpassing)되었음을 서술하였다. 하지만 이 연구는 퇴적물에 대해서만 주목하였으며, 해빈 단면 형태에 관한 연구는 수행하지 않았다.

해빈에 대한 연구는 크게 퇴적물에 대한 연구와 단면 형태에 대한 연구로 나눌 수 있다. 퇴적물에 대한 연구는 해빈의 개별 퇴적물들의 물리적 특성(입도, 분급, 왜도 등)과 화학적 특성(유기물, 산도, 이온 등)을 바탕으로 퇴적물들의 특성과 퇴적환경과의 관계에 주목한다(e.g. 오재경 등, 1998; 장진호 등, 1999). 단면 형태에 대한 연구는 해빈 퇴적물들의 위치 변화를 바탕으로 변화에 영향을 준 영향요인들과의 관계에 주목한다(e.g. Andrew et al., 2002; 이인수, 2005).

그 동안 국내에서 진행되었던 해빈 연구들은 단면 형태에 관한 연구보다는 퇴적학적 연구에 집중되어 있다. 그 이유는 현실적으로 퇴적학적 연구가 용이하기 때문으로, 단면 형태 연구는 수 차례의 현장 답사를 요구하기 때문에 상대적으로 인력과 비용의 소모가 많다는 단점이 있다.

이 연구는 기존의 연구들과 비교하여 몇 가지 차별성을 두고자 한다. 먼저 연구 대상으로 기울기가 급한 전빈과 저조간석지로 이루어진 해빈에 주목하고자 한다. 연구 주제는 해빈 단면으로 선정하여 상대적으로 소홀했던 분야의 연구를 진행하며, 퇴적학적 연구를 일부 혼용할 것이다. 또한 해빈 단면 연구를 위한 Total Station 측량 시 기존 연구에 비해 측선 수와 측량 횟수를 늘리고자

한다. 그동안 진행되었던 해빈 단면 연구들은 주로 1-3개의 측선에서 분기별 1-2회 측량을 실시하였기에 해빈 단면 변화 양상을 명확하게 관찰하기 힘들다(e.g. 윤용안, 2003; 김현철, 2007). 이 연구는 해빈에 주도적인 영향을 발휘하는 조석을 고려하여, 한 조석 기간 동안 측량을 1회 실시하였다.²⁾

2) 동일 조석 조건을 간주하기 위함

1.2. 연구 목적 및 흐름도

이 연구는 Total Station 측량을 통해 기울기가 급한 전빈과 저조간석지로 이루어진 해빈 단면의 시·공간적 변화를 관찰하고 특성을 밝혀, 단면 변화에 영향을 미친 요인을 파악하고자 한다. 구체적인 연구 목표는 다음과 같다.

첫째, 계절에 따른 해빈 단면 변화를 확인한다. 계절의 변화는 유입되는 에너지량의 변화로, 단면 변화의 경향성에 영향을 줄 것으로 예상된다. 이를 통해 계절에 따른 해빈 단면 변화의 경향성을 확인하고, 영향을 미친 요인들을 파악한다.

둘째, 경사와 고도가 단면 변화에 미치는 영향을 확인한다. 동일한 해빈 내에서도 경사와 고도에 따라 다양한 변화 양상이 발생할 것으로 예상된다. 이를 관찰하기 위해 급격한 단면 변화가 관찰되는 시기를 선택한 뒤, 단면 변화의 위치와 경향성을 파악한다.

연구 흐름도는 다음의 <그림 1-1>과 같다.

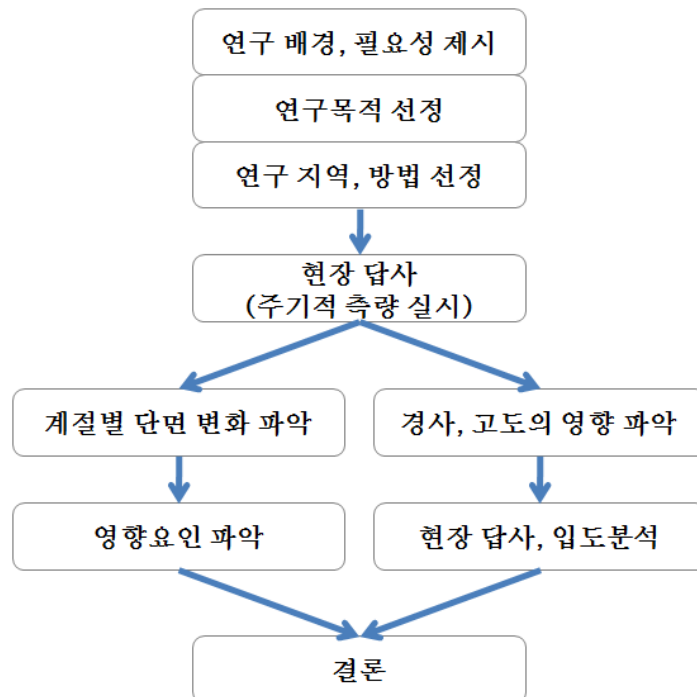


그림 1-1. 연구흐름도

2. 연구지역과 연구방법

2.1. 연구지역 개관

충청남도 태안군 안면읍 창기리에 위치한 연구지역은 백사장 해수욕장³⁾이라는 명칭을 가지고 있으며, 안면도 최북단 서편에 위치하는 해변으로, 천수만으로 이어지는 조수통로 주변에 위치한다. 백사장 해변의 면적은 약 36ha, 길이 약 1.2km⁴⁾로 북북서-남남동 방향으로 펼쳐져 있다(그림 2-1).



그림 2-1. 백사장 해수욕장 항공사진
(<http://map.naver.com> 수정)

3) 위도 36° 34' N, 경도 126° 18' E

4) 충청남도 공식 관광 사이트(<http://tour.chungnam.net/>)

백사장 해수욕장의 해변은 남서방향으로만 외해에 개방되어 있다. 백사장 해변의 북서방향으로는 드르니항과 육계도인 갈마섬 등이 위치하고 있으며, 남편으로는 삼봉 해변, 기지포 해변, 안면 해변, 두여 해변, 밧개 해변, 두에기 해변, 꽃지 해변 등이 차례로 위치한다. 백사장 해변의 북측에는 백사장 항이 존재하는데, 백사장 항은 안면도의 주요 어항이다.

백사장 해변이 위치한 창기리 일대 북측으로는 안면대교를 통해, 태안군 남면과 연결되며, 남측으로는 정당리를 지나 안면읍과 연결된다. 창기리 일대는 고도가 낮은 구릉지대이며, 가장 높은 지점은 75.8m의 치진골양산으로 창기리 중부에 위치한다(그림 2-2).

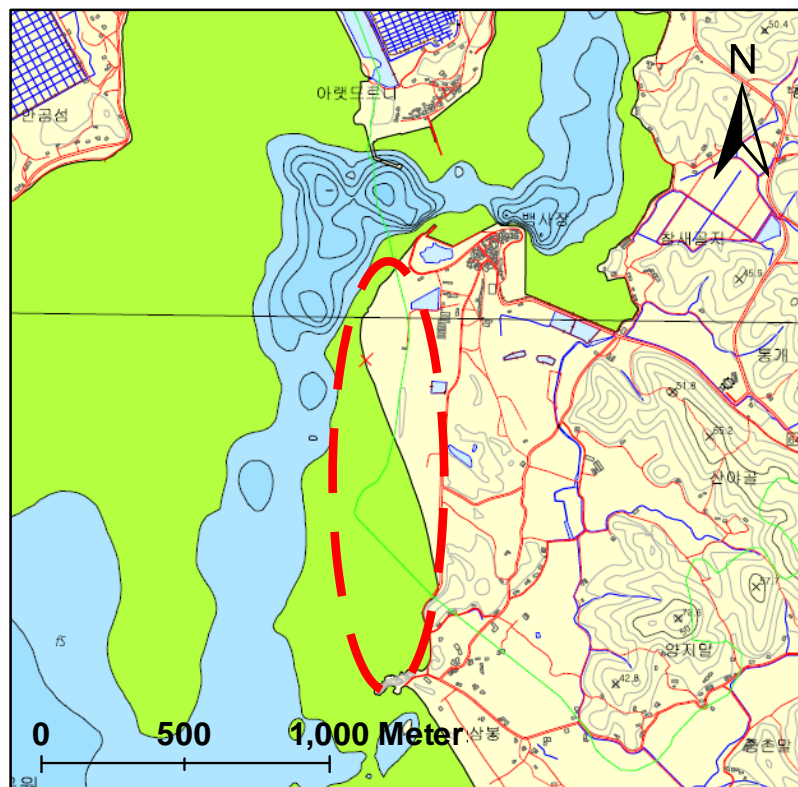


그림 2-2. 백사장 해변 인근의 지형

출처 : 국토해양부 연안정보도(도엽명: 안면)

백사장 해변은 1978년 지정된 태안해양국립공원에 포함되어 있다. 특히 백사장 해변은 고운 규사질의 모래로 유명하였다. 하지만 1950년대 이후 방풍림 조성과 규사 채취로 인해 사구 면적이 감소하였으며, 백사장 남측 해변의 모래가 지속적으로 유실되어 기반암이 드러나고 호안이 무너지는 등의 해안침식의 문제를 겪고 있다(해양수산부, 2006).

백사장 해변의 퇴적물 평균 입도는 2.35ϕ 로 조사된 바 있으나(해양수산부, 2006), 해양조사원(2009)은 평균 입도를 1.89ϕ 로 제시하였다. 하지만 선행 연구들의 조사 횟수와 조사 기간이 충분히 않아 유념할 필요가 있다.⁵⁾

백사장 해변은 한반도 중서부 해안 지방에 위치하고 있지만 중부 내륙의 영향도 많이 받아 해양성과 대륙성 기후의 성격을 모두 가지고 있다(한창희, 2011). 연구지역에서 가장 가까운 관측지점인 근흥의 AWS⁶⁾ 관측 자료를 확인하면, 연구 기간 동안의 평균 기온은 12.11°C 이며 강수는 여름에 집중된 것으로 확인된다(그림 2-3).

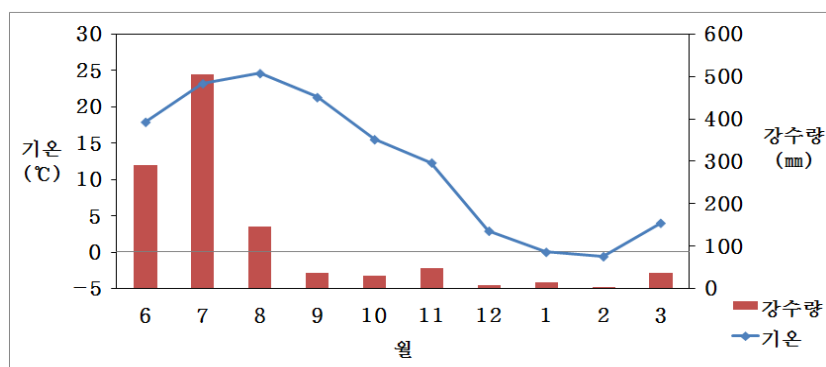


그림 2-3. 월별 기온과 강수량

출처 : 기상청(근흥 AWS)

5) 시료의 수가 10개 이하이다.

6) 충청남도 태안군 근흥면 신진도리에 위치하고 있으며, 연구지역에서 북서쪽으로 약 18km 떨어져 있다.

연구 기간 동안의 평균 풍속은 2.82m/s이며, 주 풍향은 북풍과 북서풍이다. 평균 풍속은 가을인 9월에 최솟값을 보이며, 12월에 최댓값을 보인다. 풍향의 경우 여름철(6월-8월)을 제외하고는 북풍과 북서풍이 지배적이었으며, 여름철의 경우 남풍과 남동풍이 지배적이다(그림 2-4).

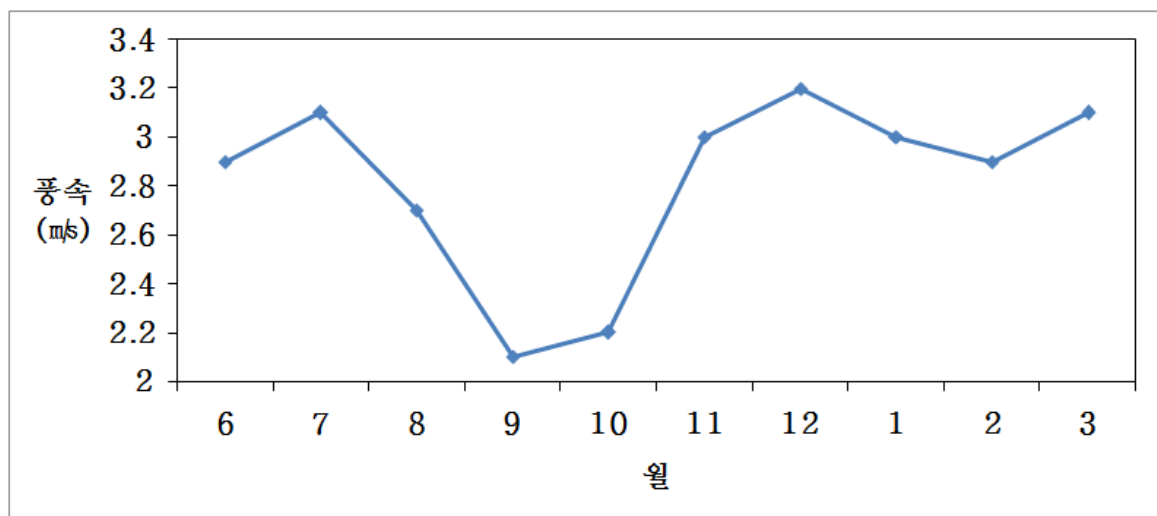


그림 2-4. 월별 평균 풍속
출처 : 기상청(근흥 AWS)

파랑의 유의 파고와 파주기는 기상청의 바다 관측 자료인 가대암 등표⁷⁾의 관측 자료를 확인하였다(그림 2-5). 월별 유의 파고의 평균은 0.58m이며, 특히 겨울철(12월-2월)에 유의파고가 평균보다 높다. 주기는 유의 파고와는 반대로 여름철인 6월-8월에 크게 나타난다.

7) 연구지역에서 북서쪽으로 약 36km 떨어져 있다(위도 36° 46' 12"N, 경도 125° 58' 36"E).

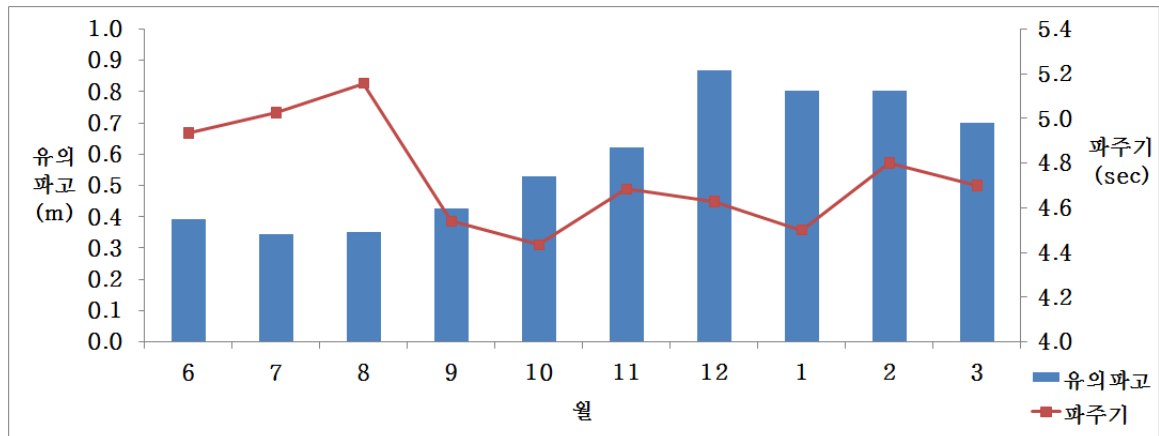


그림 2-5. 월별 유의 파고와 파주기

출처 : 기상청(가대암 등표)

연구 지역의 조석은 반일주조의 특징을 보이며, 국립해양조사원에서 2008년 백사장 항의 국가 기준점 조사시 관측한 결과는 다음과 같다. 약최고고조면 721.0cm, 대조승 659.5cm, 소조승 492.9cm, 평균 해면 360.5cm이며 대조차 5.9m, 소조차 2.6m로 평균조차는 4.3m이다.

백사장 해빈의 계절별 단면 변화에 대한 선행 연구는 존재하지 않는다. 다만 인접한 삼봉해빈의 계절별 변화에 대한 연구(윤용안, 2003)를 이용하여 백사장 해빈의 계절별 단면 변화를 유추해 본다면, 겨울철이 여름철에 비해 고도가 높을 것으로 예상된다.⁸⁾

8) 윤용안(2003)은 안면도 삼봉 해빈에서 1년 동안 2개의 측선에서 3회에 걸쳐 수준 측량을 실시하였다. 연구 결과 2001년 8월에 비해 2002년 1월의 고도가 높았으며, 2002년 1월에 비해 2002년 8월의 고도가 낮았음을 관찰하였다. 그렇지만, 해당 연구의 조사 횟수와 조사기간이 불충분하다고 사료된다.

2.2. 연구방법

2.2.1. 해빈 단면 측량

백사장 해빈의 단면 변화를 관찰하기 위해 측량기(Topcon Total Station, 모델명 GTS-235N⁹⁾)를 활용하여 좌표측량 방법을 적용하였다. 이 연구는 해빈 단면변화를 시·공간적으로 관찰하는 것을 목표로 삼고 있기 때문에 절대좌표가 필요하지 않다.¹⁰⁾ 따라서 최초 측량시 기준원점좌표(0, 0, 0)를 선정하고 도로상의 변화량이 미미할 것으로 판단되는 한 지점을 후시점으로 선택하고, 이를 바탕으로 좌표를 구축하였다. 측량을 통해 획득된 자료는 N, E, Z로 구성된 직각 좌표계로 정의되며, Z 값의 경우 기복의 변위를 나타낸다. 이때 N, E, Z좌표의 오차는 약 0.05m 미만으로 조정하였다.

Total Station을 이용한 측량에서 가장 중요한 과정은 측선의 선정이다. 해빈 단면측량에 광범위하게 활용되는 방법에서는 해안선에 대해 수직방향(cross-shore)으로 측량을 실시한다. 이때 해안선에 평행방향(alongshore)으로 발생하는 단면변화의 변위를 파악하기 위해서는 다수의 측선을 선정하는 것이 바람직하다.

이 연구에서는 백사장 해빈을 대표할 수 있으며 지형변화가 잘 나타날 것으로 예측되는 지점에 측선을 총 5개 선정하여, 한 측선당 200m 내외까지 측량을 실시하였다(그림 2-6). 1번 측선의 경우 백사장 해빈 최남단에 위치하며 일부 지점에는 기반암이 노출되어 있다. 2번 측선은 백사장 해빈의 중심에 해당한다. 3번 측선과 4번 측선의 경우 돌망태 돌제¹¹⁾를 중심으로 남북에

9) 1km의 수평 거리에서 $\pm 4\text{mm}$ 의 오차를 갖는다.

10) 2012년 5월 11일 현장 답사시 VRS-RTK를 활용하여 각 기준점들에 대한 절대좌표를 획득하였다. 획득된 자료를 바탕으로 시각화에 활용하였다.

위치한다. 5번 측선의 경우 연구 측선 중 최북단에 위치한다. 각 측선 기준점의 좌표(경·위도)는 <표 2-1>과 같다.

표 2-1. 측선별 기준점 현황

1번 기준점	위 도	36° 34' 33"
	경 도	126° 18' 54"
2번 기준점	위 도	36° 34' 38"
	경 도	126° 18' 53"
3번 기준점	위 도	36° 34' 40"
	경 도	126° 18' 52"
4번 기준점	위 도	36° 34' 46"
	경 도	126° 18' 49"
5번 기준점	위 도	36° 34' 52"
	경 도	126° 18' 46"



그림 2-6. 각 측선 위치
(<http://map.daum.net> 수정)

측량 지점 사이의 거리는 선행 연구(김현철, 2007)를 바탕으로 10-15m 간격으로 선정하였으며, 단면 변화가 큰 지점은 좁게 측량하였다. 앞서 언급하였듯이, 백사장 해변은 해안 침식의 문제가 상당하여 호안공법들을 활용하여 해안 보호를 하고 있다. 따라서 각 측선에서 호안이 끝나는 부분에서부터 분석에 활용하였다.

측량 시기는 사리 때 해변 단면 변화가 많은 점을 고려하여, 사리 1-2일 후로 결정하였다. 사리 기간이 조금 기간에 비해 조석과 파랑의 영향이 강하게 미치기 때문이다.

연구 지역에 총 19회 방문하여 18회 측량을 실시하였다(표 11) 남북으로 백사장 해변의 중앙부에 위치하고 있다.

2-2). 2011년 6월 28일의 경우 측량 기준점과 측선을 선정하였으며, 7월 6일부터 단면 측량을 실시하였다.

표 2-2. 측량 일시 및 특이사항

일 시	비 고	일 시	비 고
11/06/28	기준점 선정	11/11/25	—
11/07/06	—	11/12/13	—
11/07/19	5번 측선 미실시	11/12/26	—
11/08/02	—	12/01/11	—
11/08/16	—	12/01/27	—
11/08/30	—	12/02/09	—
11/09/16	—	12/02/23	—
11/09/30	—	12/03/09	미실시
11/10/18	사리 6일 후	12/03/24	—
11/10/27	미실시	12/04/06	—
11/11/11	—	—	—

2.2.2. 측량 결과 해석

단면 측량 결과는 주로 시각화된 그래프의 형태로 표현된다. 가로축은 내륙과의 거리이며, 세로축은 고도로 표현한다. 이러한 그래프들은 전체적인 단면 양상을 기술하는데 유용하지만, 상대적으로 변화량을 파악하기에는 다소 부족하다. 따라서 단면 변화량을 세로축으로 표현한 그래프가 활용되기도 한다. 이는 두 시기 간의 변화량과 위치에 대한 정보를 명확하게 전달한다. 이 연구에서는 위에서 언급한 방법들을 적절히 활용할 것이다.

한편 그래프만을 활용할 경우 모든 시기에 대해 정량적으로 비교할 수 있는 방법이 없다는 단점이 존재한다. 따라서 백사장 해빈 단면 변화의 시·공간적 특징을 면밀히 파악하기 위해서 다른

접근 방식도 필요하다. 이 연구에서 적용할 다른 접근 방식은 고도의 합이다. 고도의 합이란 일정한 위치의 고도를 모두 합산한 값으로, 수치를 결과로 제시하기에 단면 변화의 시·공간적 특성을 한층 명료하게 보여준다.¹²⁾

고도의 합을 활용하기 위해서는 먼저 고도를 합산할 위치를 선정해야 한다. 선정한 위치는 각각의 측량 기준점으로부터 10cm 단위이다. 각 10cm마다의 모든 실측 고도 값이 존재하는 것이 아니기 때문에 수학과 공학 계산에 널리 활용되는 Matlab을 활용하여 각 10cm마다의 고도 값을 계산하였다(식 2-1). 이때 선형방정식을 활용하여 지형의 경향성이 반영되도록 하였다. 계산 결과 생성되는 고도 값은 음의 값을 띄고 있어 해석의 용이성을 위해 각 지점에 7m씩 합산한 후(식 2-2), 고도의 합을 구하였다(식 2-3).

$$Ho(x) = \text{실측값을 바탕으로 계산한 고도 값(cm)} \dots\dots\dots(\text{식 2-1})$$

$$H(x) = Ho(x) + 700(\text{cm}) \dots\dots\dots(\text{식 2-2})$$

$$\text{고도의 합} = \sum_0^{2000}(H(x))(\text{cm}) \dots\dots\dots(\text{식 2-3})$$

2.2.3. 표층퇴적물 입도분석

표층퇴적물의 입도 분석을 통해 경사각에 따른 해빈의 물리적 특성을 파악할 수 있다. 이 연구에서는 2012년 3월 7일, 총 65개의 시료를 채취하였다.

야외 시료채취 방식은 다음과 같다. 현장 답사 이전에 항공사진과

12) 유근배 등(2007)이 전사구 지형의 부피변화를 확인하기 위해 사용했던 방법을 응용한 것이다.

참고 자료들을 이용하여 시료 채취 장소를 선정한 후 현장 답사 시 선정 위치에서 표층 퇴적물을 채취한다. 시료 채취 전 측량기를 활용하여 채취 장소를 기록하며, 채취한 시료는 40g 이상을 확보한다. 채취한 시료를 비닐백에 넣어 외부의 불순물이 유입되지 않게 하며, 이를 실험실로 가져와 입도분석을 실시한다.

입도분석의 순서는 다음과 같다. 음건시료 20g 내외를 비커에 담아 10% 과산화수소(H_2O_2)와 10%의 염산(HCl)을 사용하여 유기물과 탄산염을 제거한다. 이후 증류수를 이용하여 따라 붓기를 통해 염분과 잔류시약을 제거한다. 전처리 과정이 끝난 후 시료를 재건조 시킨 후 체를 활용하여 입도 분석을 실시한다. 이때 2mm(-1 ϕ) 이상의 자갈은 2mm, 2.36mm, 4mm, 9.52mm, 19.1mm, 25.4mm, 38.1mm의 표준망체로, 2mm 미만의 모래는 Sieve Shaker MOD. RP(CISA)를 이용하여 -0.5 ϕ , 0 ϕ , 0.5 ϕ , 1 ϕ , 1.5 ϕ , 2 ϕ , 2.5 ϕ , 3 ϕ , 3.5 ϕ , 4 ϕ 의 표준망체로 입도별 분리를 실시하고 무게를 측정한다.

모멘트법에 의거하여 평균 입도, 분급, 왜도를 구하였다. 모멘트법에 의거한 평균 입도, 분급, 왜도는 다음과 같다.(단, f는 각 입도의 중량비, m은 ϕ 값으로 표시한 각 입도 간격의 중앙값) 이 연구에서는 GRADISTAT 프로그램을 이용하여 계산하였다(Blott & Pye, 2001).

$$\text{입도 : } \overline{x}_{\phi} = \sum fm \dots\dots\dots(\text{식 2-4})$$

$$\text{분급 : } \sigma_{\phi} = \sqrt{\sum f(m - \overline{x}_{\phi})^2} \dots\dots\dots(\text{식 2-5})$$

$$\text{왜도 : } Sk_{\phi} = \frac{\sum f(m - \overline{x}_{\phi})^3}{\sigma_{\phi}^3} \dots\dots\dots(\text{식 2-6})$$

3. 백사장 해빈의 계절별 단면 변화

3.1. 단면 변화 기술

백사장 해빈 각 측선들의 7월 6일 단면도를 보면 <그림 3-1>과 같다. 측선마다 다소 차이는 존재하지만, 대략 내륙을 기준으로 기울기가 상대적으로 급한 형태를 보이다가 고도가 다소 상승한 후 다시 기울기가 약하게 하강하는 모습을 보인다. 하지만 앞서 언급한대로 그래프만으로는 시·공간적 변화양상을 면밀히 관찰할 수 없기 때문에, 각 측선별, 일자별 고도의 합을 도출하였다. 결과는 <표 3-2>와 같으며, 각각의 항목에 대한 설명은 <표 3-1>과 같다.

표 3-1. 각 항목의 정의와 의미

구 분	정 의	의 미
변화량	$\sum(\text{전시기} - \text{현시기})$	개별 측선의 차잇값(전시기-현시기)을 합산한 수치
	ex) $^{13)} (-100)+100+(-100)+100+(-100) = -100$	
절대 변화량	$ \sum(\text{전시기} - \text{현시기}) $	절댓값 변화량
	ex) $ (-100)+100+(-100)+100+(-100) = 100$	
누적 변화량	기준시기(11/07/06) - 현시기	개별 측선들의 기준시기와의 차잇값(기준시기-현시기)을 합산한 수치
총 변화량	$\sum \text{개별 측선 변화량} $	개별 측선의 차잇값(전시기 - 현시기)에 절댓값을 부여하여 합산한 수치
	ex) $ -100 + 100 + -100 + 100 + -100 = 500$	

13) 각 측선들의 변화량은 각각 -100, 100, -100, 100, -100이라 가정한다.

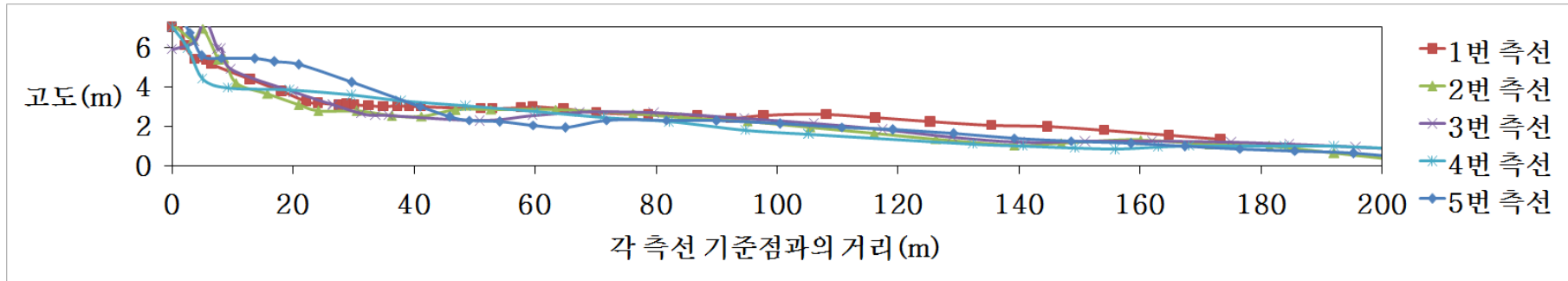


그림 3-1. 전체 측선 단면도

표 3-2. 고도의 합(절대 수치, 전체 측선의 합)

일 시	11/07/06	11/07/19	11/08/02	11/08/16	11/08/30	11/09/16	11/09/30	11/10/18	11/11/11
고도 합	2276394	2282202	2309954	2193697	2268286	2272637	2323535	2356119	2334217
변화량	—	5808	27752	-116257	74589	4351	50898	32585	-21903
절대변화량	—	5808	27752	116257	74589	4351	50898	32585	21903
총 변화량	—	18464	83880	118734	79981	12646	50898	32867	50081
누적변화량	—	5808	33560	-82697	-8108	-3757	47141	79725	57823
일 시	11/11/25	11/12/13	11/12/26	12/01/11	12/01/27	12/02/09	12/02/23	12/03/24	12/04/06
고도 합	2341343	2401136	2395121	2388089	2368845	2364043	2351671	2399491	2324070
변화량	7126	59794	-6015	-7032	-19244	-4802	-12373	47821	-75421
절대변화량	7126	59794	6015	7032	19244	4802	12373	47821	75421
총 변화량	19784	59794	48378	77667	90055	25523	35313	70011	75421
누적변화량	64949	124742	118727	111695	92451	87649	75276	123097	47676

마지막 측량일(12/04/06)의 누적 변화량이 -75421임을 감안하면, 백사장 해빈은 연구 기간 동안 퇴적물의 유입이 유출보다 우세했던 것으로 나타났다. 위를 통해 얻어진 고도의 합을 평균으로 환산하면 <표 3-3>과 같다.

표 3-3. 고도 평균(절대 수치, 각 측선별), 단위(cm)

구 분	1번 측선	1번 측선	3번 측선	4번 측선	5번 측선	전체
고도 평균	248.8	228.4	225.8	214.1	248.2	1165.3

측선별 평균 고도는 1번 측선 > 5번 측선 > 2번 측선 > 3번 측선 > 4번 측선의 순서이다. 1번 측선과 5번 측선을 기준으로 아래로 오목하며, 특히 4번 측선의 고도 평균이 가장 낮다.

하지만 위의 <표 3-2>와 <표 3-3>는 절대 수치로서 이 연구의 목적인 상대적인 변화를 보기에는 적절하지 않다¹⁴⁾. 따라서 7월 6일의 각 측선별 고도의 합을 기준으로 상대적 수치를 계산하였다. 해당 시기·측선의 절대 수치를 각 측선의 7월 6일의 절대 수치로 나누어 비율로 환산하였으며, 환산한 값들은 <부록 1>에 제시하였다.¹⁵⁾

3.2. 백사장 해빈의 계절별 고도

계절의 변화는 해빈 내부에 유입되는 에너지의 변화로서 단면 변화의 경향성에 영향을 미칠 수 있다. 상대적 수치의 전체 합을

14) 절대 수치를 통해서도 차이를 비교할 수 있지만, 차이 값이 주는 의미가 불분명하다. 따라서 상대적인 크기를 통해 비교하는 상대 수치가 필요하다.

15) 예를 들어 1번 측선의 7월 6일의 절대 수치는 501964.54이며, 7월 19일의 절대 수치는 508737.82이다. 7월 19일의 상대 수치를 구하기 위해 508737.82를 501964.54로 나누어 100을 곱하면 101.35이다. 따라서 1번 측선의 7월 19일의 상대 수치는 101.35이다.

계절에 따라 구분해 보면 <표 3-4>와 같다.¹⁶⁾

표 3-4. 계절별 고도 합의 평균(상대수치)

구 분	여름(6-8월)	가을(9-11월)	겨울(12-2월)	봄(3-4월)
평균값	497.61 ¹⁷⁾	511.28	522.85	519.12

계절별 고도 평균이 높은 순서는 겨울 > 봄 > 가을 > 여름이다. 세부적으로는 1번 측선의 경우 계절별 차이가 나타나지 않았으며, 다른 측선들의 경우 평균과 같았다. 이하에서는 유사한 변화를 보이는 2-5번 측선들과 상이한 변화를 보이는 1번 측선을 나누어 설명할 것이다.

3.2.1. 2번 측선 ~ 5번 측선

2~5번 측선의 경우 고도가 가장 높은 시기는 겨울이며, 고도가 가장 낮은 시기는 여름이다. 이는 서해안에서 진행된 다른 연구결과들과 유사한 결과이다. 김장수 등(2011)은 2010년 5월부터 2011년 5월까지 기준목을 통해 안면도 남단 바람아래 해빈의 단면 변화를 관찰하였는데, 고도가 가장 높은 시기는 겨울이며 가장 낮은 시기는 여름이었다. 백사장 해빈 남단의 삼봉 해빈에서 진행된 윤용안(2003)의 연구도 겨울철의 고도가 더 높음을 관찰하였다. 이처럼 해빈들의 고도가 겨울철에 가장 높은 이유는 겨울철부터 침식이 시작되기 때문이다. <표 3-5>는 일자별 변화량을 제시한 것이다.

16) 연구 기간이 2011년 6월부터 2012년 4월이기 때문에 계절별 측량 횟수가 같지는 않다.

17) 이하에서 언급하는 수치들은 소수점 2째 자리에 한한다.

표 3-5. 전체 측선 고도의 합(상대 수치)과 변화량

일 시	11/07/06	11/07/19	11/08/02	11/08/16	11/08/30	11/09/16
고도 합	500.00	501.09	506.89	481.48	498.59	499.42
변화량	-	1.09	5.81	-25.41	17.11	0.83
일 시	11/09/30	11/10/18	11/11/11	11/11/25	11/12/13	11/12/26
고도 합	510.74	518.23	513.24	514.77	528.21	526.49
변화량	11.32	7.48	-4.99	1.53	13.44	-1.73
일 시	12/01/11	12/01/27	12/02/09	12/02/23	12/03/24	12/04/6
고도 합	524.66	520.88	519.82	517.04	527.42	510.82
변화량	-1.83	-3.79	-1.05	-2.78	10.38	-16.60

변화량의 경우 8월 16일을 제외한 대부분의 여름철과 가을철에 양의 값을 띄며, 12월 26일부터는 음의 값을 보인다. 즉 12월 26일 이전에는 퇴적이 지배적이었으며, 이후에는 침식이 지배적으로 나타나고 있는 것이다. 이는 해빈의 계절 순환 양상 (beach cycle¹⁸⁾)과 일치하는 결과이다. 추용식 등(1996)은 태안군 만리포와 천리포 해빈에서 계절에 따른 해빈의 특성을 연구하였다. 이들은 해빈 단면 변화는 계절에 따라 해빈에 도달하는 파랑의 상대적 크기가 다르기 때문임을 제시하였다. 서해에서 여름철에 발생하는 파랑은 파고가 낮고 주기가 긴 너울(swell) 형태이며, 겨울철에 발생하는 파랑은 파고가 높으며 주기가 짧은 형태로 상대적으로 강한 에너지를 보유한다. 따라서 파랑 에너지가 강하게 전달되는 겨울철에 해빈의 침식이 발생한다. 백사장 해빈에서도 유사한 결과가 관찰되는데, 1번 측선을 제외한 2~5번 측선들은 여름에는 퇴적이, 겨울에 침식이 집중된다.

변화량이 아닌 총 변화량을 확인하면 <그림 3-2>와 같다.

18) Shepard(1950)가 미국 서부해안에서 처음 관찰하여 정립한 개념으로, 여름 철에 해빈의 퇴적이 발생하며 겨울철에 해빈의 침식이 발생하는 변화 양상.

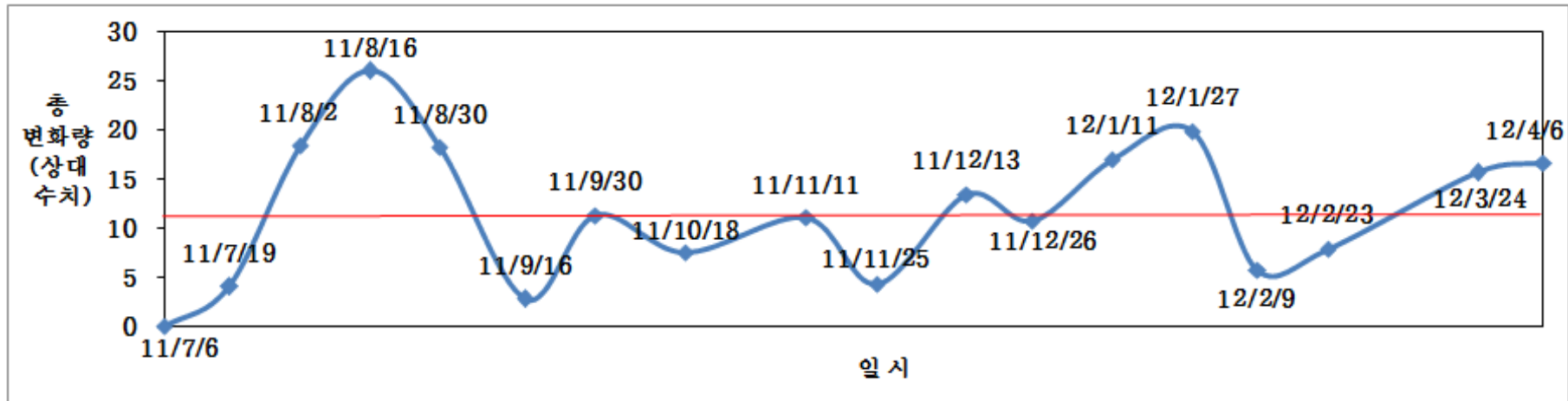


그림 3-2. 일자별 총 변화량, 중심선은 총 변화량의 평균

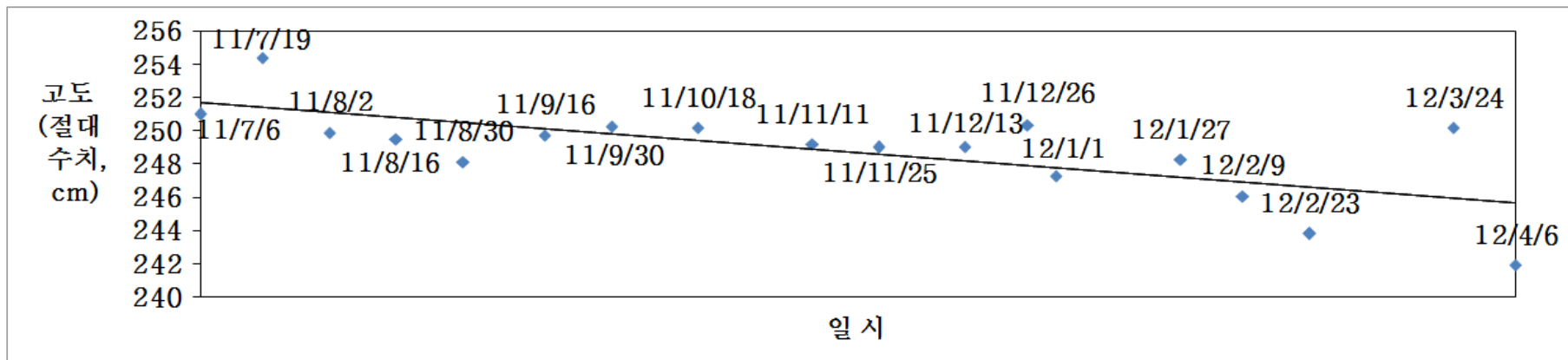


그림 3-3. 1번 측선 고도 평균

총 변화량이 평균보다 높은 시기들은 대부분 8월 혹은 1월에 속해있다. 총 변화량이 높은 시기들을 나열해 보면 11/08/16, 12/01/27, 11/08/02, 11/08/30, 12/01/11¹⁹⁾ 순서이다. 이는 8월과 1월에 에너지의 유입이 가장 강하게 나타남을 의미하며, 우리나라의 해빈 단면 변화에서 중요한 계절이 여름철과 겨울철임을 지시한다.

3.2.2. 1번 측선

1번 측선의 경우 계절별 변화 양상을 보이지 않았다. 1번 측선의 평균 고도를 시기별로 나타내면 <그림 3-3>과 같다. 연구 기간 동안 고도가 점진적으로 감소한 모습을 볼 수 있으며, 침식률은 약 -8.03cm/yr 이다. 1번 측선의 경우 백사장 해빈의 최남단에 존재하며, 1번 측선의 남부는 헤드랜드(headland)로 이루어져 있다. 헤드랜드가 동서방향으로 존재하기에 창조류로 인한 남측으로부터의 퇴적물 공급이 제한적이다. 낙조류의 경우에도 3번과 4번 측선 사이에 있는 T자형 돌망태 돌제로 인해 퇴적물 공급에 상대적으로 제한을 받게 되며, 퇴적물류의 경우에도 동일하다. 이에 따라 퇴적물의 유입량은 적고, 유출량은 많기 때문에 해빈이 침식되고 있는 것으로 판단된다.

1번 측선의 경우 약 50-150m 사이에 모래가 아닌 자갈이 존재한다. 자갈의 점유 면적이 북측으로 향할수록 줄어드는 측면을 보면 1번 측선 남측의 헤드랜드에서 공급된 것으로 추정되지만, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

19) 8월과 1월에 실시한 측량의 횟수가 5회인걸 감안하면, 100% 포함되어 있음을 알 수 있다.

3.3. 제어 요인

3.3.1. 파랑과 바람

백사장 해빈의 겨울철은 단면 침식이 발생하며, 여름철은 단면 퇴적이 발생한다. 특기할만한 사실은 변화량의 기술 통계이다. 8월 16일과 8월 30일을 제외한²⁰⁾ 12월 13일까지 변화량의 평균은 4.56, 표준편차는 6.11이며, 12월 26일 이후의 평균은 -2.23, 표준편차는 1.06로, 평균의 절댓값과 표준편차 모두 12월 26일이전이 높다. 즉 상대적으로 지속적인 단면 변화 경향은 겨울철이 더 뚜렷하지만, 변화량 자체는 많지 않은 것이다. 겨울철 폭풍으로 인한 파랑 에너지의 증가가 해빈 침식의 주요 원인임을 고려하면, 이는 연구지역인 백사장 해빈의 환경적 특징에서 비롯된 결과로 판단된다. 백사장 해빈은 서해안에 존재하지만 북서편에 내륙이 존재한다. 이는 우리나라의 겨울 계절풍인 북서 계절풍에 장애물로 작용한다.

파랑은 바람의 에너지가 해수면에 일으키는 파동현상으로서 생성 후 전진한다. 따라서 파랑에 주요 영향을 미치는 것은 바람의 지속성과 강도이다. 하지만 연구지역은 북서편에 장애물이 존재하며, 내륙과의 거리가 상대적으로 매우 짧기 때문에(최대 1.3km) 파랑이 충분히 성숙하지 못한다. 따라서 파랑이 강하지 않아 침식량이 많지 않은 것이다.

이와 유사하게 바람도 연구 지역에 강한 영향을 미치지 못한다. 내륙이 풍속에 제한요인으로 작용하기 때문이다. 다른 중요한 요인은 백사장 해빈의 향이다. 백사장 해빈은 북북서-남남동향으로 태안반도의 다른 해빈들(학암포, 신두리, 천리포 등)과는 다른 향을

20) 8월 16일과 8월 30일의 경우 열대저기압의 영향이라 판단하여 제외하였다.

보인다. 이에 따라 해빈의 향이 겨울철 풍향과 일치하기 때문에 겨울철 북서계절풍의 영향이 그리 강하지 않다. 현장 답사시 겨울철의 경우 비사의 이동이 관찰되는 지역은 5번 측선의 0-50m구간뿐이었다. 5번 측선의 경우 북쪽에 북서향 사취가 존재하며, 일부 후빈이 존재하기도 하여 상대적으로 비사의 이동이 자유롭다. 하지만 다른 측선들의 경우 사취 등이 존재하지 않아 비사의 이동이 자유롭지 않다.

3.3.2. 조류

백사장 해빈에 미치는 조류의 영향은 여름-겨울간의 측선 내 비교를 통해 확인 가능하다. 해빈에 미치는 에너지의 변화에 따라 여름철과 겨울철의 단면 변화가 발생하기 때문이다. 따라서 측선 내 비교를 위해 8월 30일과 2월 23일을 선정²¹⁾하여 양일간의 고도 차이를 구하였다(그림 3-4).

1번 측선의 경우 큰 변화 양상이 관찰되지 않는다. 2번과 3번 측선은 내륙을 기준으로 멀어지면서 퇴적-침식-퇴적-침식의 형태를 보인다. 4번 측선의 경우 퇴적-침식-퇴적의 모습을 보이며, 5번 측선의 경우 전반적으로 퇴적이 진행되었다.

여기서 주목해야 할 부분은 2번 측선과 3번 측선으로, 매우 유사한 단면 변화 양상을 보인다. 2번 측선과 3번 측선은 T자형 돌망태 돌제 남측에 존재한다. 두 측선 사이의 거리는 약 75m로 연구 측선간 거리가 가장 짧기 때문에 상호간 영향이 높음을 미루어 짐작해 볼 수 있다. 2번 측선과 3번 측선의 8월 30일과 2월 23일의 단면도는 각각 <그림 3-5>, <그림 3-6>과 같다.

21) 양일을 선정한 이유는 각각 여름철(6-8월)과 겨울철(12-2월)의 마지막 관찰결과이기에, 계절 동안 진행되었던 단면 변화 양상이 가장 잘 관찰될 것이라 판단했기 때문이다.

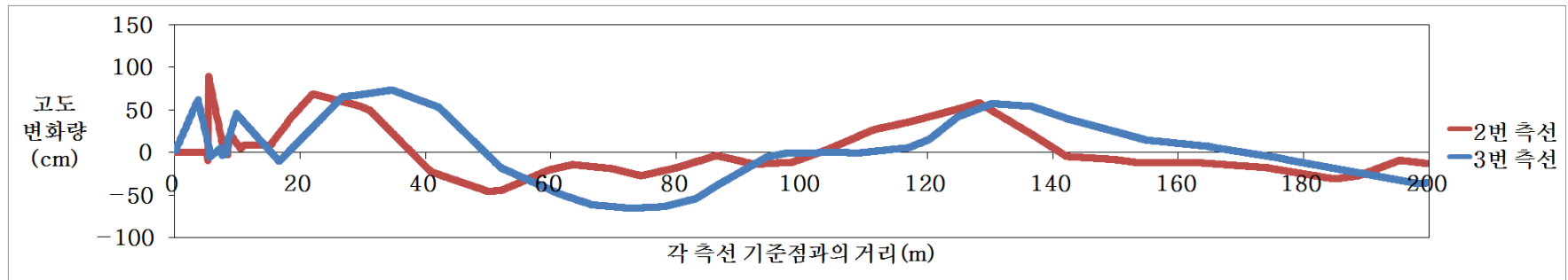
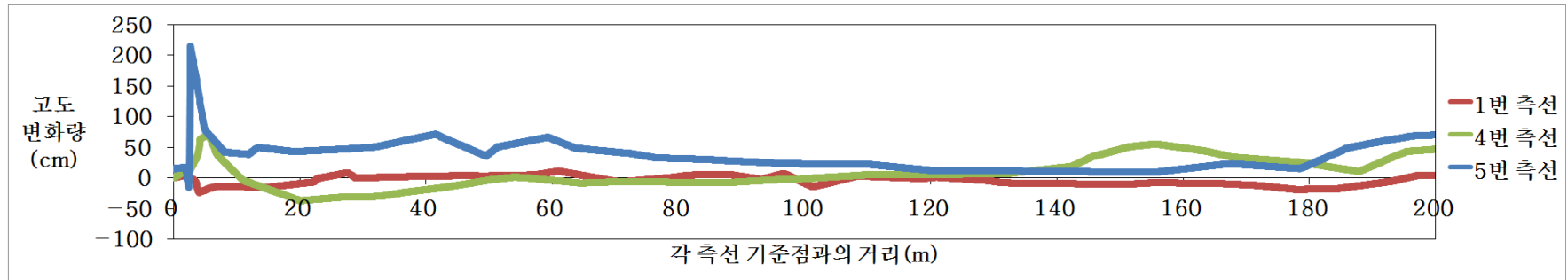


그림 3-4. 측선별 2011년 8월 30일과 2012년 2월 23일의 고도 차이
Y축의 0을 기준으로 0이상은 퇴적/0이하는 침식을 의미

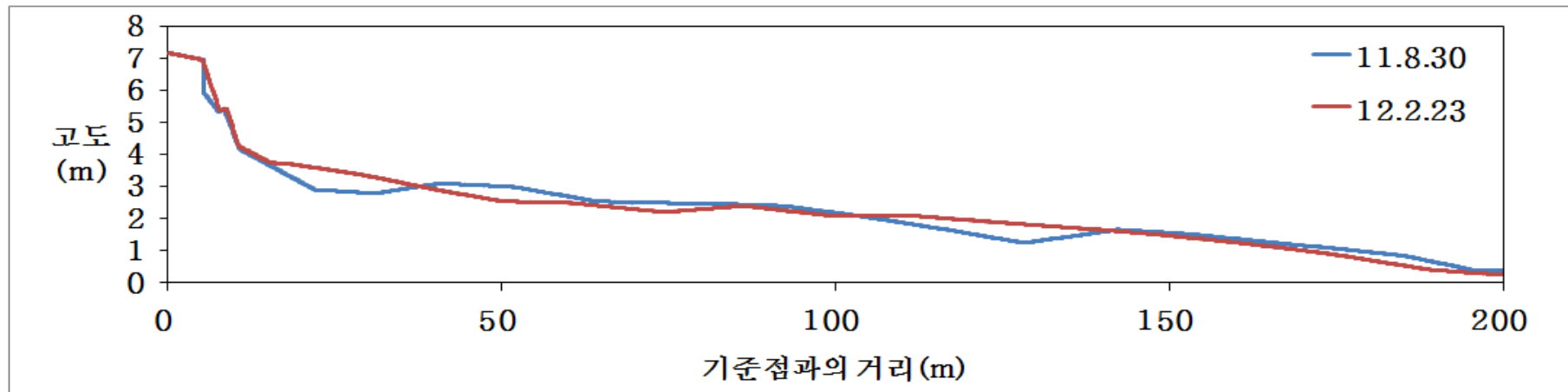


그림 3-5. 2번 측선 단면도

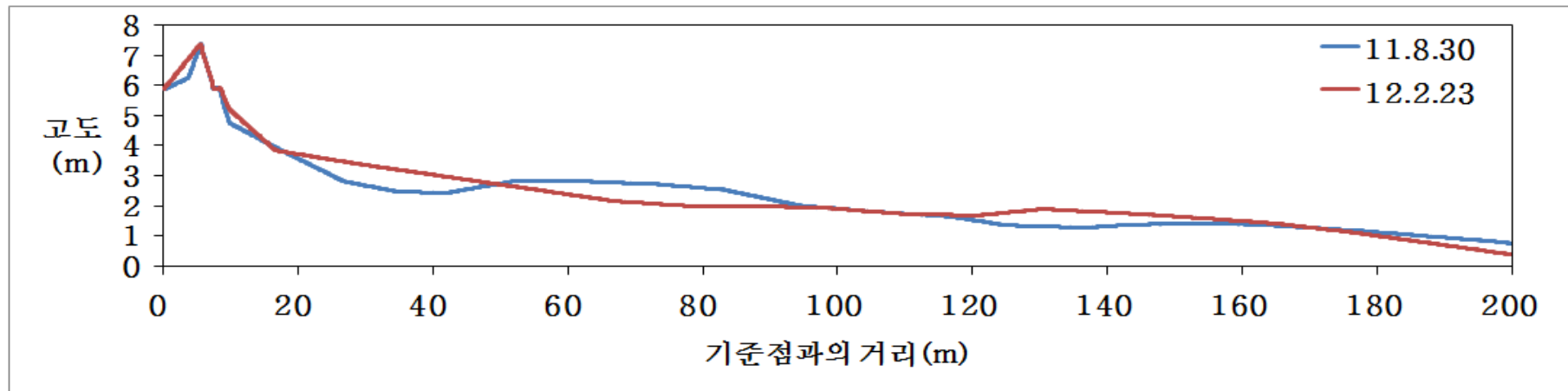


그림 3-6. 3번 측선 단면도

2-3번 측선 모두 내륙과 가까운 위치에 존재하던 런넬(runnel)이 사라지고, 릿지(ridge)가 침식되었다. 따라서 여름에 비해 상대적으로 기복량이 적은 선형에 가까운 해빈 단면을 보인다. 이러한 기복의 변화는 조차가 파고에 비해 큰 해빈에 특징적으로 나타난다(Komar, 1976). Kings & Williams(1949)는 런넬과 릿지가 형성되는 환경적 조건이 큰 조차, 넓은 해빈, 낮은 파랑 에너지, 풍부한 사질 퇴적물 등이라 주장하였다. 또한 런넬과 릿지는 너울에서 잘 발달되며, 폭풍기간(겨울철)에는 릿지의 높이가 감소한다(Gresswell, 1937). 이러한 조건은 백사장 해빈의 여름철과 일치한다. Masselink & Short(1993)은 백사장 해빈과 유사한 해빈들을 저조간석지(low tide terrace)로 분류하며, 조차가 크고 조석의 영향이 상대적으로 강한 환경이라 정의하였다.

백사장 해수욕장의 경우 전반적으로 파랑보다는 조류의 영향이 강하게 작용하는 것으로 판단된다. 백사장 해빈의 여름 최강창조류(최강낙조류)의 유속은 26.44cm/s(28.45cm/s)이며, 겨울 최강창조류(낙조류)의 유속은 19.33cm/s(18.17cm/s)이다. 창조류의 방향은 북향이며, 낙조류의 방향은 남향이다(그림 3-7).

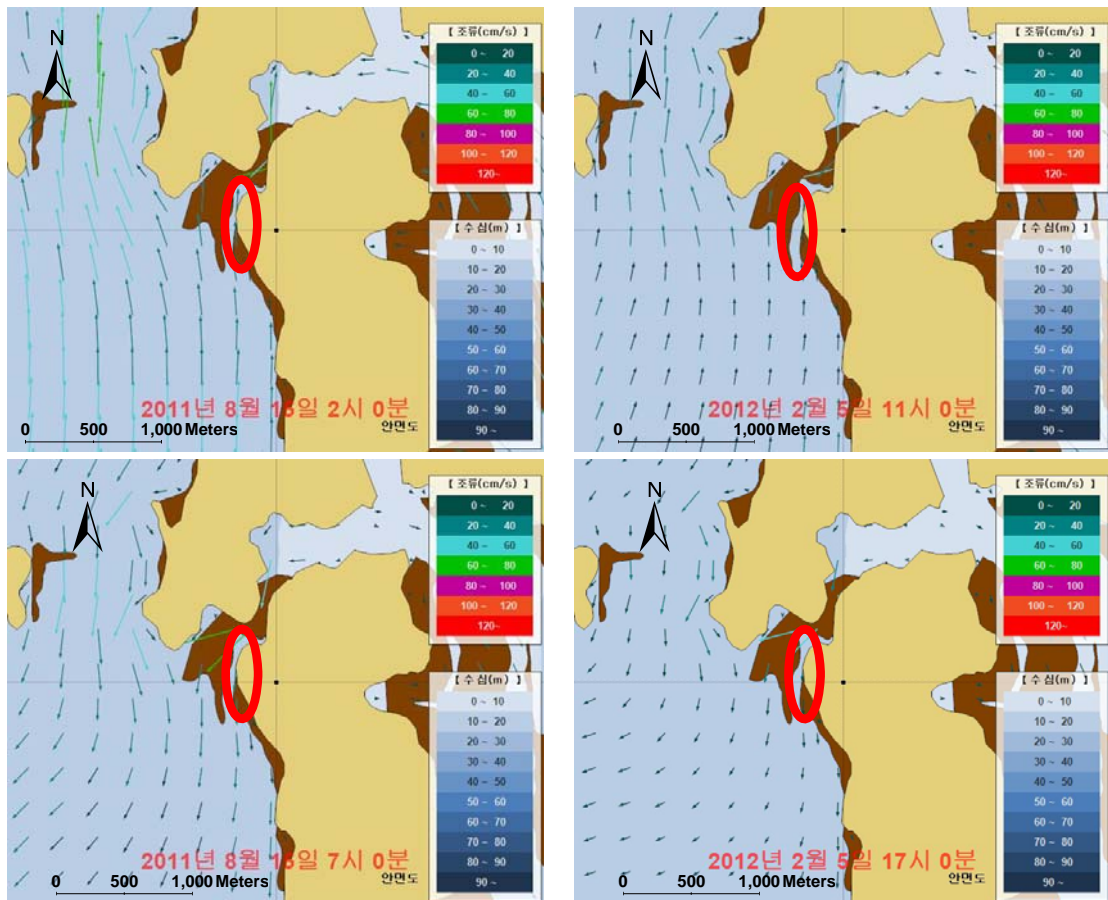


그림 3-7. 백사장 해빈 인근의 수치 조류도

출처 : 국립 해양 조사원

연구 지역인 백사장 해빈의 경우 해빈이 북북서-남남동방향으로 펼쳐져 있다. 따라서 창조류의 유입이 백사장 해빈 남측(1-2번 측선)에서 제한적이며, 해빈 중앙(3번 측선 상)에서부터 창조류의 유입이 이루어진다. 낙조류의 경우도 이와 유사하게 백사장 해빈 북측(5번 측선 방향)에서 유입되어 해빈 중앙(3번 측선 상)에서 외해로 유출된다. 또한 백사장 해빈의 위치가 천수만의 서측 입구라는 점을 감안한다면 조류의 영향이 더욱 강하게 작용할 것을 짐작해 볼 수 있다.

3.3.3. 열대저기압

우리나라의 경우 여름철에 열대저기압이 빈번하게 내습하여 해빈 단면 변화에 영향을 주기도 한다(류상옥 등, 2005). <그림 3-8>은 전 측선의 고도 합을 시계열로 제시한 것이다. 8월 16일의 경우 가장 큰 침식량을 보이는 시기이며, 8월 30일의 경우 가장 큰 퇴적량을 보이는 시기이다.

무이파는 2011년 7월 28일 발생하여, 8월 9일 소멸하였다. 8월 8일 오전 6시 서산 서부를 통과하였으며 당시 최대 풍속은 31m/s이다. 8월 16일의 평균 고도 변화량을 살펴보면 1번 측선은 -0.41cm, 3번 측선은 -19.48cm, 4번 측선은 -5.21cm, 5번 측선은 -33.66cm가 감소하였다. 이를 고려하면 열대저기압의 영향이 상당히 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 특히 연구지역은 해빈의 배후지에 사구가 존재하지 않아, 해빈 침식을 완화시킬 요인이 부재하다는 사실도 중요한 영향 요인으로 볼 수 있다(유근배 등, 2007).

반대로 8월 30일이 가장 큰 퇴적량을 보인 이유는 무이파에 의해 침식된 단면이 회복의 과정을 거친 것으로 볼 수 있다. 이처럼 8월 16일과 8월 30일은 단면 변화 경향은 반대이지만 하나의 사건으로 인해 발생한 현상들이다.

연구 기간 동안 무이파를 제외하고는 연구지역에 영향을 미친 열대저기압은 존재하지 않았다.

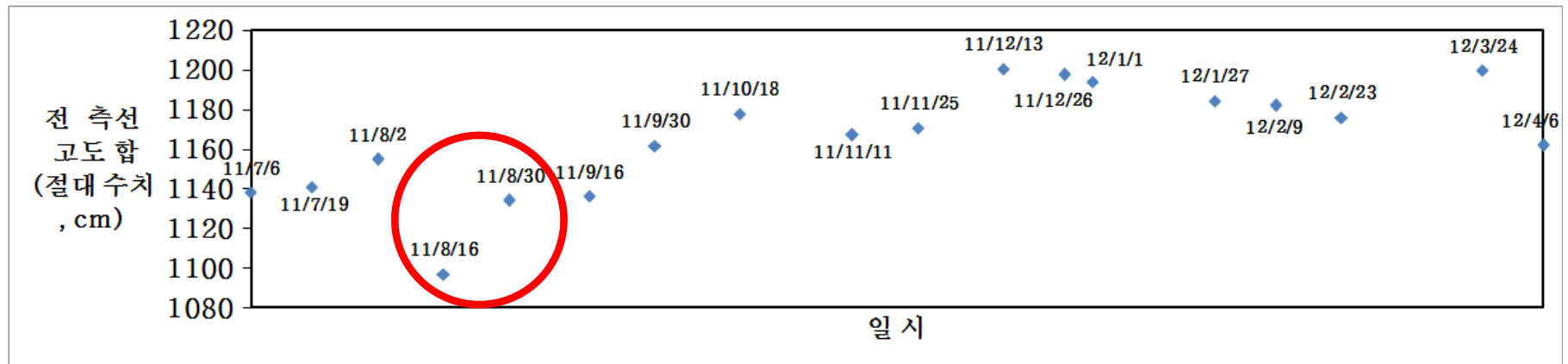


그림 3-8. 일자별 전 측선 고도 합(절대 수치)

4. 해빈 단면 변화에 영향을 주는 지형 요인

4.1. 경사에 따른 해빈 단면 변화

4.1.1. 해빈 단면 변화

급격한 해빈 단면 변화가 발생한 시기를 확인하기 위해 변화량과 총 변화량 등을 확인하였다. 양의 변화량이 큰 시기는 8월 30일과 9월 30일로 각각 17.11과 11.32를 보인다(표 4-1). 반면 음의 변화량이 큰 시기는 8월 16일과 4월 6일로 각각 -25.41과 -16.6를 보인다. 양의 변화량을 보이는 것은 퇴적이 주도적으로 발생하였음을, 음의 변화량을 보이는 것은 침식이 주도적으로 발생하였음을 의미한다. 이하에서는 9월 30일과 4월 6일의 변화에 대한 해석을 실시할 것이다.²²⁾

표 4-1. 절대 변화량이 높은 시기

구 분	변화량	절대 변화량	총 변화량
11/08/30	17.11	17.11	18.19
11/09/30	11.32	11.32	11.32
11/08/16	-25.41	25.41	25.98
12/04/06	-16.6	16.6	16.6

4.1.2. 제어 요인

양의 변화량이 높은 시기인 9월 30일은 평균 고도의 상승이 1번 측선에서 0.52cm, 2번 측선에서 3.41cm, 3번 측선에서 2.48cm,

22) 8월 16일과 8월 30일은 3.3.3.에서 서술하였다.

4번 측선에서 5.91cm 관찰되었다. 5번 측선의 경우 13.15cm 상승이 관찰되어, 가장 높은 수치를 기록하였다.

5번 측선의 9월 16일²³⁾과 9월 30일의 단면 차이는 <그림 4-1>과 같다. 특히 0-50m 이하의 구간에서 퇴적이 주도적으로 발생했다.

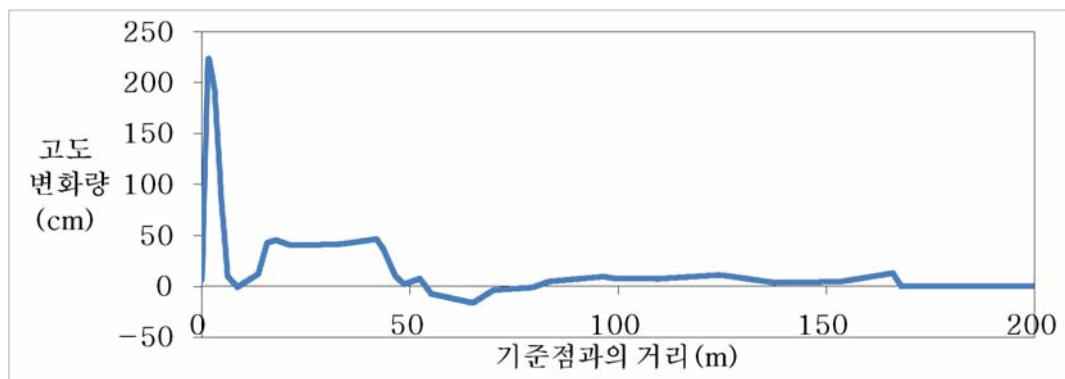


그림 4-1. 5번 측선의 2011년 9월 16일과 2011년 9월 30일의 고도 차이
Y축의 0을 기준으로 0이상은 퇴적, 0이하를 침식을 의미

5번 측선의 경우 육안으로 확인하기에도 50m를 경계로 전후의 해빈이 다를 수 있다(그림 4-2). 5번 측선 기준점으로부터 5m, 50m, 200m 지점의 고도(9월 16일 기준²⁴⁾)는 각각 551.95cm, 222.6cm, 46.85cm²⁵⁾이다. 따라서 5-50m의 해빈 경사 각도는 4.19° , 50-200m의 해빈 경사 각도는 0.67° 이다. 즉 상대적으로 경사가 급한 전빈과 경사가 낮은 저조간석지가 만나는 지점이 50m 지점이라 할 수 있다. 이처럼 경사급변점인 50m 지점을 전후로 에너지에 대한 단면의 반응이 다르게 나타난다.

또한 0-10m 구간에 퇴적이 강하게 나타남을 볼 수 있는데, 이는

23) 9월 30일 측량의 전시기

24) 9월 16일을 기준으로 한 이유는 9월 30일의 경우 변화가 발생한 결과물이기 때문이다.

25) 원점을 기준으로 7m를 더한 고도값

바람으로 인한 비사의 퇴적으로 판단된다. 실제로 9월 30일 현장 답사시 5번 측선 0-10m 구간에서 비사의 퇴적이 다량 발생했음을 확인할 수 있었다(그림 4-3).



그림 4-2. 5번 측선(11/09/30)



그림 4-3. 바람의 흔적(11/09/30)

음의 변화량이 높은 시기인 4월 6일은 평균 고도의 변화가 1번 측선에서 -8.26cm , 2번 측선에서 -12.68cm , 3번 측선에서 -9.15cm , 4번 측선에서 -3.64cm , 5번 측선에서 -3.98cm 발생하였다. 많은 침식이 발생한 1~3번 측선에 대해 3월 24일²⁶⁾과 4월 6일의 단면 차이를 비교하였다(그림4-4).

비교 결과 세 측선 모두 대략 150m 전후에서 침식이 발생했음을 알 수 있다. 또한 1번 측선은 4m-25m, 2번과 3번 측선은 50m 전후에서 침식이 발생하였다.

26) 4월 6일 측량의 전시기

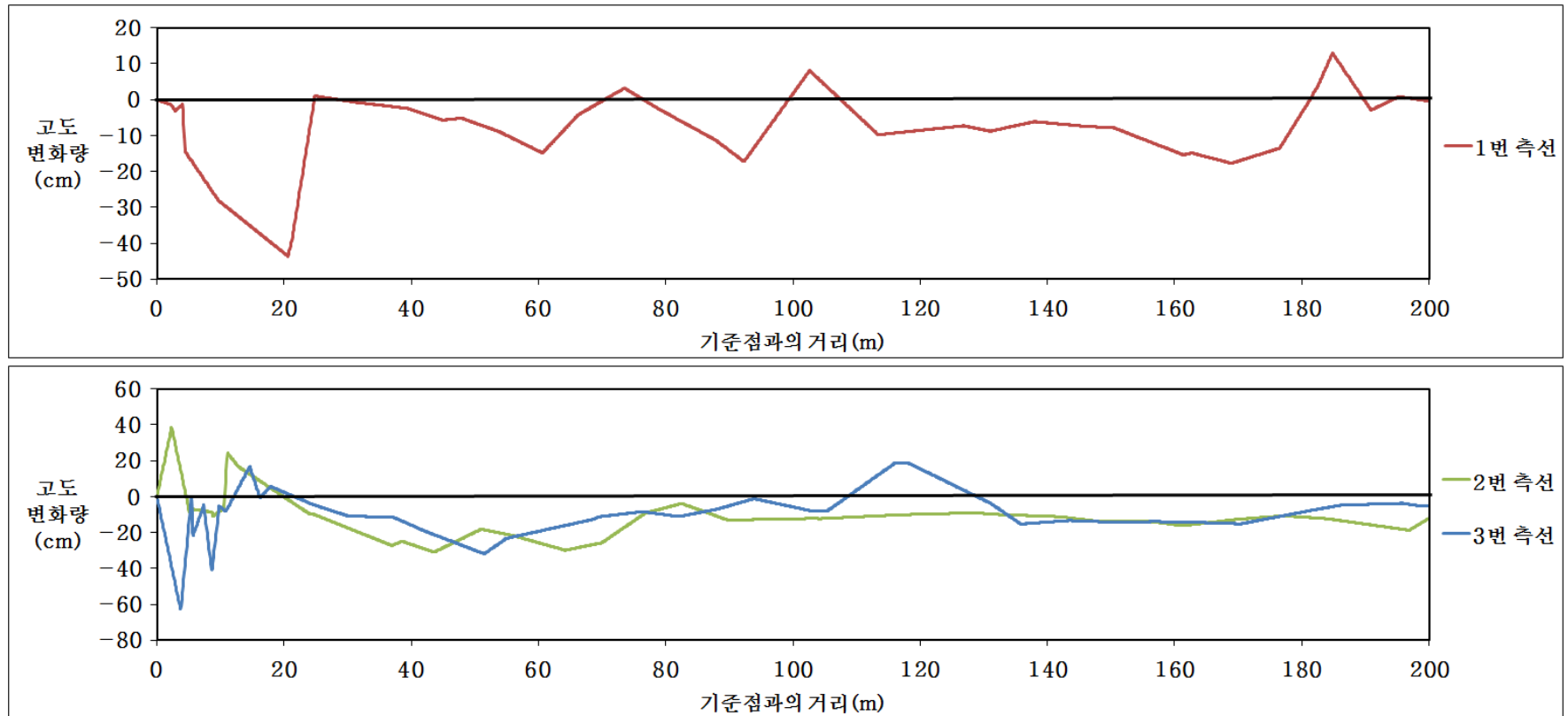


그림 4-4. 1-3번 측선의 2012년 3월 24일과 4월 6일의 고도 차이

Y축의 0을 기준으로 0이상은 퇴적, 0이하는 침식을 의미

현장 답사시 육안으로 확인하기에도 1번 측선의 경우 25m, 2번과 3번 측선은 50m를 경계로 전후의 해빈이 다를 수 관찰할 수 있었다(그림 4-5, 그림 4-6).



그림 4-5. 1번 측선



그림 4-6. 2번 측선

또한 3월 24일²⁷⁾을 기준으로 한 각 측선의 기준 고도와 경사 각도는 다음의 <표 4-2>와 같다.

표 4-2. 1~3번 측선의 경사 급변점의 위치와 경사 각도

1번 측선	4m	25m	200m
고 도(cm)	525.91	326.91	56.14
경사 각도(°)	5.41		0.89
2번 측선	5m	50m	200m
고 도(cm)	702.41	266.84	44.3
경사 각도(°)	5.53		0.85
3번 측선(cm)	5m	50m	200m
고 도	730.3	270.51	43.4
경사 각도(°)	5.83		0.87

27) 3월 24일을 기준으로 한 이유는 3월 24일의 경우 변화가 발생한 결과물이기 때문이다.

즉 상대적으로 경사가 급한 전빈과 경사가 낮은 저조간석지가 만나는 지점이 1번 측선의 경우 25m 지점, 2-3번 측선의 경우 50m 지점이라 할 수 있다. 이를 통해 앞서 언급하였던 9월 30일의 5번 측선과 유사하게 경사의 차이가 단면 변화에 중요한 역할을 함을 알 수 있다. 특히 경사가 급변하는 지점에서 침식이 발생했다는 점은, 경사 급변점에 혼재하는 에너지들이 모두 침식으로 작용했음을 짐작할 수 있다.

해빈의 경사에 대하여 Roy 등(1995)은 $0.1\sim0.8^\circ$ 의 경사 각도에서는 사실 해빈이 발생함을 주장하며, 경사가 급해지면 파랑은 근해로 퇴적물을 이동시키고 해빈에 침식을 발생시켜 기반암을 노출시킬 수 있다고 주장하였다. 실제로 백사장 해빈의 경우 경사가 급변하는 일부 지점(1-3번 측선)에서 공통적으로 기반암의 노출이 관찰된다.

Sonu & Beek(1971)은 미국 North Carolina의 Outer Bank의 해빈에서 단면 변화를 관찰하여, 6가지 주요 단면의 천이 형상을 1순환과정으로 하는 천이주행이 나타남을 발견하였다(그림 4-7). 백사장 해빈의 경우 전 측선에서 C형의 형상을 보이며, 이는 침식이 가장 심하게 발생한 형상이다. 이를 통해 언제부터 백사장 해빈에 침식이 발생하였는지는 확인 할 수 없지만, 적어도 백사장 해빈에서 지속적으로 침식이 발생하여 현 상황에 도달하게 되었음을 생각해 볼 수 있다.

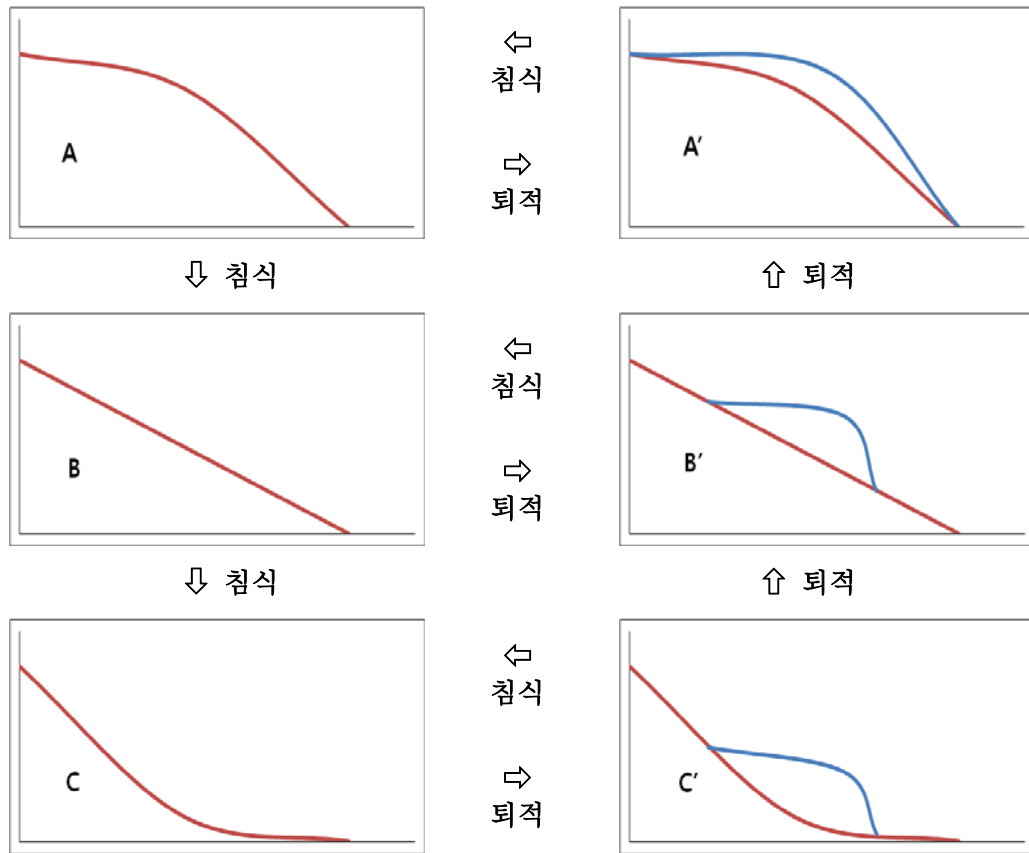


그림 4-7. 해변 단면의 주요 형상(Sonu & Beek, 1971, 재편집)

오목한 형태의 해변 기복은 해침에 의해 육지가 후퇴하는 지역에서 주로 발달하는 형태이기도 하다(윤현호, 2011). 즉 현재 백사장 해변의 경우 해변 지형 단면이 해침의 형태로 이동해야 하나 해안옹벽으로 인해 고정되어 있는 상황으로, 파랑 에너지가 전빈에 집중되어 가파른 단면이 형성되고 유지되는 것으로 판단된다.

각 측선의 150m 전후는 평균해수면(MSL)이 위치하는 곳으로, 서정모(2004)의 변산 해변에서의 연구에서도 유사한 위치에서 침식이 발생하였다. Pernard & Considere(1956)는 해안선 변화 모델에서 확률적으로 평균해수면(MSL)이 파랑의 영향을 가장 많이 받음을 제시하였다. 따라서 1~3번 측선의 150m 부근에서 침식이

발생한 현상은 타당하다고 판단된다.

4.1.3. 입도 분포

위의 결과를 바탕으로 경사의 차이로 인해 해빈의 물리적 특성 차이가 나타날 것이라 판단하여, 2012년 3월 7일 표층 퇴적물을 채취하였다. 경사 급변점 인근에서 표층 퇴적물을 채취한 후 경사 급변점을 기준으로 바다와 내륙 방향으로 각각 3m지점에서 시료를 채취하였다. 또한 경사 급변점과 내륙과의 거리에 따라 내륙 방향으로 1회 혹은 2회 추가적으로 시료를 채취하였다.

총 16개의 측선에서 1측선 당 4-5개의 시료를 채취하였으며, 일부 측선은 조수로가 존재하여 측량결과는 포함시키지 않았다. 결과는 <표 4-3>과 같다.

표 4-3. 경사 각도와 입도 분석 결과

구 분	바다 방향	경사 급변점	내륙 방향(1)	내륙 방향(2)
경사 각도(°)	2.58	4.91	4.39	
평균 입도(ϕ)	0.94	-0.11	0.20	0.85
분급(ϕ)	0.84	1.62	1.34	0.83
왜도(ϕ)	-1.32	-0.47	-0.96	-1.80

경사 각도의 경우 경사 급변점을 기준으로 바다 방향으로는 상대적으로 완만하였으며, 내륙 방향으로는 상대적으로 급하였다. 평균 입도의 경우 경사 급변점이 가장 낮았으며, 급변점에서 멀어질수록 높아졌다. 분급과 왜도의 경우 경사 급변점이 가장 높았으며, 급변점에서 멀어질수록 낮아졌다.

경사 급변점의 입자가 크고 분급이 좋지 않은 이유는

저조간석지에서는 파랑 에너지의 소산이 잘 이루어지지만, 경사각이 급해짐에 따라 파랑 에너지가 집중되기 때문이다. 따라서 경사 급변점은 단순히 경사각이 변화하는 위치가 아니라, 에너지의 흐름이 변화하는 중요한 위치로 판단된다. 왜도가 낮은 것은 고에너지 환경으로 침식을 의미하기도 하나 해변의 경우 일반적으로 음의 왜도를 갖기 때문에 큰 의미는 없는 것으로 판단된다(Hails, 1967).

백사장 해변에서 2006년²⁸⁾과 2009년²⁹⁾ 및 2011년³⁰⁾에 수행되었던 입도에 관한 보고서들의 경우 평균 입도가 각각 2.35 ϕ , 1.89 ϕ , 1.46 ϕ 로 관찰되었다.³¹⁾ 퇴적물 기원지와의 거리가 근접할수록 입자가 커짐을 고려하면, 시간에 따라 1번 측선 인근의 자갈이 북향하며 백사장 해변에 전반적으로 영향을 미친 것으로 판단된다. 하지만 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

4.2. 고도에 따른 해변 단면 변화 경향

4.2.1. 해변 단면 변화 경향

각 측선들의 단면 변화 경향은 고도와 침수시간에 따라 다르게 나타난다. 각 측선 단면 변화의 유사성을 확인하기 위해 해변 단면 변화 경향(침식 혹은 퇴적)이 일치하는 횟수를 구하였다(표 4-4).

28) 해양수산부, 2006, 연안침식방지 기술개발 연구용역 제2차년도 보고서

29) 국립해양조사원, 2009, 연안침식모니터링 체계 구축 보고서

30) 서울대학교 자연지리 실험실, 2012, 지오투브(geotube) 시공 후 해변환경 변화 모니터링을 통한 해변 관리방안의 도출: 중간보고서

31) 이 연구의 평균 입도(0.47 ϕ)가 가장 낮은 이유는 경사 급변점 인근에서만 입도 분석을 수행하였기 때문으로, 따라서 선행 연구들과의 직접적인 비교는 적절치 못하다.

측선 단면 변화의 유사성이 가장 높은 측선은 3번과 4번 측선으로, 총 18회중 14회에 걸쳐 동일한 경향을 보였다. 이하에서는 3번과 4번 측선의 단면 변화 경향이 유사한 이유에 대해 알아볼 것이다.³²⁾

표 4-4. 측선간 단면 변화 경향 일치 횟수

측선 번호	1	2	3	4	5
1	—	9	11	8	8
2	9	—	10	7	11
3	11	10	—	14	9
4	8	7	14	—	8
5	8	11	9	8	—

4.2.2. 제어 요인

3번 측선과 4번 측선은 T자형 돌망태 돌제를 사이에 두고 남북으로 위치하고 있으며, 두 측선 사이의 거리는 약 190m이다. 3번 측선과 4번 측선의 일자별 변화량을 나타내면 다음과 같다(그림 4-9).

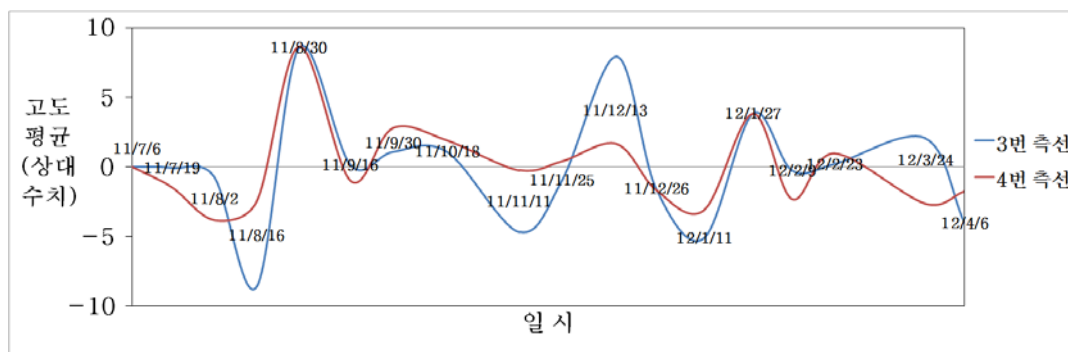


그림 4-8. 3번, 4번 측선의 일자별 변화량(상대 수치)

32) 다른 측선들간의 관계를 기술하지 않는 이유는, 측선간 단면 변화 경향 일치 횟수가 높지 않기 때문에 유사성이 없다고 판단하였기 때문이다.

단면 변화 경향이 유사하게 나타난다는 사실은 유입·유출되는 에너지의 경향이 유사하다는 의미이다. 이로 인해 퇴적물의 유입·유출도 일정한 경향성을 보이는 것이다.

백사장 해빈의 3번 측선과 4번 측선이 유사한 단면 변화 경향성을 보이는 이유는, 측선들 사이에 존재하는 T자형 돌망태 돌제의 영향으로 판단된다. <그림 4-10>과 <그림 4-11>은 현장 답사 시 T자형 돌망태 돌제를 촬영한 사진이다. 돌망태 돌제를 기준으로 3번 측선방향에 상대적으로 퇴적물이 많이 퇴적되어 있음을 볼 수 있다. 또한 돌제가 퇴적물의 이동을 차단하여 상대적으로 돌제 북측(4번 측선 방향)은 퇴적물 공급이 적어 상대적으로 고도가 낮다. 이는 T자형 돌망태 돌제가 퇴적물이 북향하는데 장애물로 작용하고 있는 것으로, T자형 돌망태 돌제가 존재하지 않는다면 3번 측선의 경우 침식량이 증가할 것으로 예상할 수 있다.



그림 4-9. T자형 돌망태 돌제
남측(11/11/25)



그림 4-10. T자형 돌망태
돌제(11/11/25)

T자형 돌망태 돌제는 인공 구조물로서 4번 측선 방향에서 바라보면 최대 50cm 가량 고도가 높다. 이에 따라 돌제에

에너지가 집중되며, 돌제의 하단과 주변부에 침식이 발생한다. 여기에 퇴적물 이동 차단 효과가 더해져 상대적으로 돌제 북측의 고도가 낮아 주변에서 모인 물이 집적하는 배수구의 역할을 수행한다. 또한 밀물시 돌제를 중심으로 물이 유입되는 모습을 보인다. 따라서 돌제 인근의 3번 측선과 4번 측선의 단면 변화 경향이 유사한 것으로 추정된다. 이는 해빈 단면 변화에 고도에 따른 침수 시간과 방향이 중요한 요인임을 의미한다.

5. 결론

기울기가 급한 전빈과 저조간석지로 이루어진 서해안 해빈은 지금까지의 연구들에서 상대적으로 주요하게 다루어지지 않았다. 이 연구는 백사장 해빈을 대상으로 해빈 단면 변화를 관찰하였다. 해빈 단면 변화의 관찰에는 Total Station 측량을 활용하였으며, 10개월간의 연구기간동안 18회 측량 자료를 확보하였다. 이를 바탕으로 해빈 단면 변화의 계절적 특성과 단면 변화에 영향을 주는 지형 요인(경사와 고도)을 확인하였다.

연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 계절에 따라 백사장 해빈의 단면이 변화하였다. 여름은 퇴적곡면에 속하였으며, 겨울은 침식곡면에 속하였다. 상대적으로 겨울철 침식량이 많지 않은 이유는 백사장 해빈의 북서방향에 내륙이 존재하여, 파랑과 바람의 영향이 적은 위치에 입지하기 때문이다. 또한 총 변화량이 높은 시기들이 8월과 12월에 집중되어, 여름철과 겨울철이 해빈 단면 변화에 중요한 시기임을 확인하였다.

둘째, 백사장 해빈의 단면 변화에 가장 강한 영향을 미치는 것이 조류임을 파악하였다. 2번 측선과 3번 측선에서 관찰되는 릿지(ridge)와 런넬(runnel)의 계절적 변화는, 백사장 해빈이 조차가 파고에 비해 큰 해빈임을 의미한다.

셋째, 열대저기압이 백사장 해빈 단면에 큰 영향을 주었다. 파랑이 약한 여름철임에도 불구하고 침식량이 가장 큰 일시는 2011년 8월 16일로 관찰되었다. 이는 열대저기압의 영향으로 인해

바람과 파랑이 강해진 것으로 판단된다.

넷째, 경사의 차이가 해빈 단면 변화에 큰 영향을 주었다. 경사 급변점을 기준으로 단면 변화 경향이 차이가 나거나, 경사 급변점에 단면 변화가 급격하게 나타나는 등 경사가 해빈의 단면 변화에 중요한 역할을 수행하였다. 또한 경사의 차이는 해빈의 물리적 특성에도 큰 영향을 미쳤다.

마지막으로, 해빈의 고도에 따른 침수시간과 침수방향이 중요한 해빈 단면 변화 요인임을 확인하였다. 3번 측선과 4번 측선은 T자형 돌망태 돌제로 인해 유사한 단면 변화 경향을 보였다. T자형 돌망태 돌제의 북쪽이 상대적으로 고도가 낮아 밀물(썰물)시 유입구(배수구)의 역할을 수행하기 때문이다.

참고 문헌

- Andrew, B.D., Gares, P.A., Colby, J. D., 2002, Techniques for GIS modeling of coastal dunes, *Geomorphology*, 48, 289–308
- Austin, M. J., & Masselink, G., 2006, Observations of morphological change and sediment transport on a steep gravel beach, *Marine Geology*, 229, 59–77
- Bird, E. C. F., 1984, *Coasts*. New York: Basil Blackwell
- Blott, S.J. and Pye, K. 2001, GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf. Proc. Landforms*, 26, 1237–1248.
- Dalrymple, R.W., 1992, Tidal depositional systems. In: *Facies Models – Response to Sea Level Changes* (Eds R.G.Walker and N.P.James), 195–218. Geological Association of Canada, St John's, NF, Canada.
- Davidson–Arnott, R.G.D., 2005, Conceptual model of the effects of sea level rise on sandy coast, *Journal of Coastal Research*, 21(6), 1166–1172
- Davis, R.A., Jr, 1985, *Coastal Sedimentary Environments*, 2nd edn. Springer–Verlag, New York, 716 pp.
- Goldberg, E. D., 1994, Coastal zone space: prelude to conflict?, *UNESCO*, Paris
- Greswell, R.K., 1937, The geomorphology of the south–west Lincolnshire coastline. *The Geographical Journal*, 90, 335–349.
- Hails, J. R., 1967, Significance of statistical parameters for

- distinguishing sedimentary environments in New South Wales, Australia, *Journal of sedimentary Petrology*, 37, 1059–1069
- Jennings & Shulmeister, 2002., A field based classification scheme for gravel beaches, *Marine Geology*, 186, 221–229
- King, C.A.M. and W.W. Williams, 1949, The formation and movement of sand bars by wave action, *The Geographical Journal*, 113, 70–85.
- Klein, G.deV, 1985, Intertidal flats and intertidal sand bodies. In: *Coastal Sedimentary Environments*, 2nd edn (Ed. R.A.DavisJr), 187–224. Springer–Verlag, New York.
- Komar, P.D., 1976, Beach processes and sedimentation, *Prentice–Hall*, p. 429.
- Masselink, G & A.D. Short, 1993, the effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: A conceptual beach model, *Journal of Coastal Research*, 9(3), 758–800
- Miles, J. R & Russell, P. E., 2004, Dynamics of a reflective beach with a low tide terrace, *Continental shelf Research*, 24, 1219–1247
- Pernard–Considere, R, 1956, Essai de theorie de l'evolution des formes de rivage en plages de sable et de galets, Societe *Hydrotechnique de France IVes Journees de I*, 289–298
- Pusty, N.P., 2004, The coastal foredune: a morphological

- basis for regional coastal dune development, In Martinez, M.L. and Pusty, N.P(eds.), *Coastal Dunes: Ecology and Conservation*, Springer-Verlag, 11-27
- P.S. Roy, P.J. Cowell, M.A. Ferland and B.G. Thom, 1995, Coastal Evolution:4 *Wave-dominated coasts*, Cambridge University Press, 4, 121-186
- Shepard, F.P., 1950. Beach cycles in southern California. Washington: U.S. Beach Erosion Board, *Technical Memorandum*, 26p.
- Sonu, C.J & Beek J.L, 1971, Systematic Beach Changes on the Outer Banks, North Carolina, *Journal of Geology*, 79, 416-425
- Wells, J. T., C.E.J. Adams, Y.A. Park and E.W. Frankengberg, 1990, Morphology, sedimentology and tidal channel processes on a high-tide-range mudflat, west coast of south Korea, *Marine Geology*, 95, 111-130
- YANG. B. C, Dalrmple, R. w., CHUN. S. S, 2005, Sedimentation on a wave-dominated, open-coast tidal flat, south-western Korea: summer tidal flat - winter shoreface, *Sedimentology*, 52(2), 235-252
- 김장수, 장동호, 2011, 항공사진과 기준목 측정자료를 이용한 안면도 바람아래 해빈의 시계열 변화 분석, *한국지형학회지*, 11(2), 39-51
- 김현철, 2007, 한국 서해안 춘장대 해빈의 단면 변화와 퇴적물 특성에 관한 연구, 공주대학교 석사학위 논문
- 백영숙, 전승수, 2004, 한국 서남해안 두우리 조간대에서 표층

- 퇴적물 및 퇴적구조의 특성과 계절변화, **한국석유지질학회**, 10(1), 10-17
- 소광석, 양우현, 권이균, 2009, 고창군 명사십리 조간대 표층 퇴적물의 계절변화, **한국해양학회지**, 14, 181-188.
- 오재경, 왕경희, 신기재, 1994, 동서해안 해변의 퇴적 환경에 관한 연구. **한국지구과학회지**, 15, 91-99.
- 오재경, 금병철, 1998, 서해안 몽산포 대조차 해변의 퇴적학적 특성, **한국지구과학회지**, 19(3), 310-317
- 왕경희, 1993, 을왕리 해변에서 태풍에 의한 퇴적환경 변화에 관한 연구. 인하대학교 석사학위논문, pp 30
- 유근배, 류호상, 2007, **한국 서해안의 해안사구**: 지형학적 관점을 중심으로, 서울대학교 출판부
- 윤용안, 2003, 한국 서해안 삼봉해빈의 단면 변화와 퇴적물 특성에 관한 연구, 공주대학교 석사학위논문
- 윤현호, 2011, 충남 태안군 신두리 조간대의 퇴적학적 특성, 전남대학교 석사학위논문
- 이원영, 2008, 파도리 해변의 지형과 퇴적물 분포 특성에 관한 연구, 이화여자대학교 석사학위논문
- 이인수, 2005, 계절별 RTK GPS의 Mapping 정확도 평가, **한국 GIS학회지**, 13(1), 19-29
- 장진호, 김여상, 조영길, 1999, 해안침식이 우세한 반폐쇄적 조간대의 퇴적작용: 한국 서해안의 함평만, **한국해양학회지**, 4(2), 117-126
- 프레치, P.W., 유근배 옮김, 2007, **해안 보호**, 한울아카데미, 115-126
- 한창희, 2011, 안면도 사질 조석대의 계절적 퇴적환경 변화, 인하대학교 석사학위논문

부록 1: 고도의 합(상대수치)

	일 시	11/7/6	11/7/19	11/8/2	11/8/16	11/8/30	11/9/16	11/9/30	11/10/18	11/11/11
1	고도 합	100.00	101.35	99.57	99.41	98.87	99.51	99.72	99.69	99.29
	변화량	—	1.35	-1.78	-0.16	-0.54	0.64	0.21	-0.03	-0.40
	절대변화량	—	1.35	1.78	0.16	0.54	0.64	0.21	0.03	0.40
	누적변화량	—	1.35	-0.43	-0.59	-1.13	-0.49	-0.28	-0.31	-0.71
2	고도 합	100.00	101.23	102.38	102.67	102.77	103.25	104.81	108.86	106.13
	변화량	—	1.23	1.15	0.28	0.10	0.48	1.57	4.04	-2.73
	절대변화량	—	1.23	1.15	0.28	0.10	0.48	1.57	4.04	2.73
	누적변화량	—	1.23	2.38	2.67	2.77	3.25	4.81	8.86	6.13
3	고도 합	100.00	99.93	99.26	90.67	99.23	99.37	100.46	101.55	96.89
	변화량	—	-0.07	-0.67	-8.58	8.55	0.14	1.09	1.09	-4.66
	절대변화량	—	0.07	0.67	8.58	8.55	0.14	1.09	1.09	4.66
	누적변화량	—	-0.07	-0.74	-9.33	-0.77	-0.63	0.46	1.55	-3.11
4	고도 합	100.00	98.57	94.75	92.28	100.92	99.93	102.74	104.67	104.44
	변화량	—	-1.43	-3.82	-2.47	8.64	-0.99	2.81	1.93	-0.23
	절대변화량	—	1.43	3.82	2.47	8.64	0.99	2.81	1.93	0.23
	누적변화량	—	-1.43	-5.25	-7.72	0.92	-0.07	2.74	4.67	4.44
5	고도 합	100.00	100.00	110.93	96.45	96.81	97.36	103.02	103.47	106.50
	변화량	—	0.00	10.93	-14.48	0.36	0.55	5.66	0.45	3.03
	절대변화량	—	0.00	10.93	14.48	0.36	0.55	5.66	0.45	3.03
	누적변화량	—	0.00	10.93	-3.55	-3.19	-2.64	3.02	3.47	6.50
전 체	고도 합	500.00	501.09	506.89	481.48	498.59	499.42	510.74	518.23	513.24
	변화량	—	1.09	5.81	-25.41	17.11	0.83	11.32	7.48	-4.99
	절대변화량	—	1.09	5.81	25.41	17.11	0.83	11.32	7.48	4.99
	총 변화량	—	4.08	18.35	25.98	18.19	2.80	11.32	7.54	11.05
	누적변화량	—	1.09	6.89	-18.52	-1.41	-0.58	10.74	18.23	13.24

	일 시	11/11/25	11/12/13	11/12/26	12/1/1	12/1/27	12/2/9	12/2/23	12/3/24	12/4/6
1	고도 합	99.22	99.22	99.74	98.53	98.92	98.05	97.15	99.69	96.39
	변화량	-0.07	0.01	0.52	-1.21	0.39	-0.87	-0.91	2.54	-3.29
	절대변화량	0.07	0.01	0.52	1.21	0.39	0.87	0.91	2.54	3.29
	누적변화량	-0.78	-0.78	-0.26	-1.47	-1.08	-1.95	-2.85	-0.31	-3.61
2	고도 합	105.73	109.41	106.36	106.44	105.38	107.46	103.02	110.67	104.84
	변화량	-0.40	3.68	-3.06	0.08	-1.05	2.08	-4.44	7.65	-5.83
	절대변화량	0.40	3.68	3.06	0.08	1.05	2.08	4.44	7.65	5.83
	누적변화량	5.73	9.41	6.36	6.44	5.38	7.46	3.02	10.67	4.84
3	고도 합	95.95	103.89	102.34	97.22	101.04	100.78	100.97	103.06	99.03
	변화량	-0.93	7.94	-1.55	-5.11	3.82	-0.26	0.19	2.09	-4.03
	절대변화량	0.93	7.94	1.55	5.11	3.82	0.26	0.19	2.09	4.03
	누적변화량	-4.05	3.89	2.34	-2.78	1.04	0.78	0.97	3.06	-0.97
4	고도 합	104.85	106.49	104.86	101.77	105.60	103.31	104.27	101.63	99.90
	변화량	0.41	1.65	-1.63	-3.10	3.83	-2.29	0.96	-2.64	-1.73
	절대변화량	0.41	1.65	1.63	3.10	3.83	2.29	0.96	2.64	1.73
	누적변화량	4.85	6.49	4.86	1.77	5.60	3.31	4.27	1.63	-0.10
5	고도 합	109.01	109.19	113.19	120.71	109.94	110.22	111.63	112.37	110.66
	변화량	2.52	0.17	4.00	7.52	-10.77	0.29	1.41	0.74	-1.71
	절대변화량	2.52	0.17	4.00	7.52	10.77	0.29	1.41	0.74	1.71
	누적변화량	9.01	9.19	13.19	20.71	9.94	10.22	11.63	12.37	10.66
전 체	고도 합	514.77	528.21	526.49	524.66	520.88	519.82	517.04	527.42	510.82
	변화량	1.53	13.44	-1.73	-1.83	-3.79	-1.05	-2.78	10.38	-16.60
	절대변화량	1.53	13.44	1.73	1.83	3.79	1.05	2.78	10.38	16.60
	총 변화량	4.34	13.44	10.75	17.03	19.86	5.78	7.91	15.65	16.60
	누적변화량	14.77	28.21	26.49	24.66	20.88	19.82	17.04	27.42	10.82

<ABSTRACT>

Beach profile change in the Baek Sa Jang beach

Chanwoong Kim

Department of Geography

The Graduate School

Seoul National University

With the increasing interest in sea level change, researchers have recently carried out studies on coastal land-form. Especially, beach is the most dynamic coastal land-form. Little attention, however, have been paid to beaches that consist of steep foreshore and low tide terrace.

The purpose of this study is to investigate the temporal and spatial beach profile changes and the impact factor. This study includes two steps to achieve its objective. First, to investigate the seasonal beach profile changes and the impact factor. Second, to investigate the impact power of slope and relief in beach profile. The study area is Baek Sa Jang beach, west coast of Korea.

The study results are summarized as follows:

First, beach profile is changed seasonally. The summer trend is deposition and the winter trend is erosion. The north-west side of Baek Sa Jang beach is land, hence relatively volume of winter

erosion is low. And total volume of change is high at August and December, so summer and winter is the important time for beach profile changes.

Second, tide is the most powerful factor at Baek Sa Jang beach. Seasonal change of ridge and runnel observed in Line 2 and 3 means that tide is stronger than wave in Bae Sa Jang beach.

Third, beach profile is changed by tropical cyclone. Nevertheless wave was weaken, total amount of erosion is the high at August 16th 2012.

Fourth, beach profile change is impacted by slope. And beach physical characteristic is affected by slope.

Finally, beach profile change is impacted by relief. Relief decide flooding time and flooding direction. Due to groin, beach profile tendency has changed similarly between Line 3 and 4. Because, the relief to the north of groin is low, hence the tide is coming in and out there.

Keywords: Beach, Profile Change, Total Station

Student number: 2010-22992